إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية



سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية

الكرنب - القنبيط - اللفت - الفجل - البنجر - السبانخ

تأليف
أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن
أستاذ الخضر
كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الطبعة الأولى
٢٠٠٣

الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية

الكرنب - القنبيط - اللفت - الفجل - البنجر - السبانخ

رقـــم الإيـداع : 2002/20414
I. S. B. N. : 977-258-185-X

٣٢ شارع عبـاس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية في بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه في الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب في أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافي فكرى للأمة نفسها؛ الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين في سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل في منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها في أنحاء العالم، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضى – علوم الأمم الأخرى، وصهرتها في بوتقتها اللغوية والفكرية، فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى، ثم البريطانى والفرنسى، عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثلتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر. وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر - فى أسرع وقت ممكن - إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام، والمهنى، والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًا، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!.

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾.

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

يضم هذا الكتاب – وهو العاشر فى سلسلة "محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة" – ستة من محاصيل الخضر الرئيسية التى تنتمى للعائلتين الكرنبية (الصليبية)، والرمرامية، وهى الكرنبيات: الكرنب والقنبيط واللفت والفجل، والرمراميات: البنجر والسبانخ.

يقع الكتاب فى إحدى عشر فصلاً، خصصت أربعة فصول منها للكرنب، وثلاثة للقنبيط وفصل واحد لكل من اللفت، والفجل، والبنجر، والسبانخ، وذلك فى تناسب مع أهمية كل محصول منها. وكما جرت العادة مع محاصيل الخضر الأخرى فى هذه السلسلة، فقد تناولنا كل محصول تفصيليًا من حيث: التعريف به وأهميته الغذائية والاقتصادية، والوصف النباتى، والأصناف، وطرق التكاثر والزراعة وعمليات الخدمة الزراعية، والفسيولوجى، والحصاد والتداول والتخزين والتصدير، والأمراض والآفات ومكافحتها.

وكلى أمل – كما وفقت بفضل الله فى جميع مؤلفاتى السابقة فى مجال الخضر – فى أن يلبى هذا الكتاب – كذلك – احتياجات كل من الطالب، والباحث، والمنتج، والمصدّر.

وما توفيقى إلاّ بالله.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الأول

تعريف بالكرنب وأصنافه

ينتمى الكرنب إلى العائلة الكرنبية Brassicaceae (=العائلة الصليبية Cruciferae)، أو عائلة الخردل Mustard Family، وهى عائلة كبيرة نسبيًا تضم نحو ٣٠٠ جنس، وحوالى ٣٠٠٠ نوع، وتشتمل على عدد كبير من محاصيل الخضر منها - بالإضافة إلى الكرنب - كل من القنبيط، واللفت، والفجل والجرجير، والروتاباجا (أو اللفت السويدى)، والبروكولى، وكرنب بروكسل، وكرنب أبو ركبة، والكرنب الصينى، والكيل، والكولارد، والخردل، وحب الرشاد، والكرسون المائى، والسى كيل، وفجل الحصان.

تعريف بمحصول الكرنب وأهميته

من الأسماء الأخرى المعروفة للكرنب فى بعض الدول العربية كل من: الملفوف، واللهانة. وهو يعرف فى الإنجليزية باسم cabbage، واسمه العلمى *Brassica oleracea* L. *capitata* .var. وينتمى الكرنب إلى مجموعة من الصليبيات تعرف باسم cole crops، وهى تضم - إلى جانب الكرنب - كلا من: القنبيط، والبروكولى، والكولارد، وكرنب أبو ركبة، وكرنب بروكسل.

الموطن وتاريخ الزراعة

من المعتقد أن الكرنب المنزرع حاليًا قد نشأ من طراز برى لايكون رؤوسًا، وينمو منذ آلاف السنين فى تركيا ومنطقة شرق البحر الأبيض المتوسط. ويوجد الكرنب ناميًا بحالة برية على سواحل المملكة المتحدة، والدانمرك، وشمال فرنسا، وفى أماكن أخرى متفرقة من أوروبا تمتد شرقًا حتى اليونان. ويزرع الكرنب منذ أكثر من ٤٥٠٠ سنة، وقد كان معروفًا لدى قدماء المصريين، والإغريق، والرومان، ويقال إنه وجد فى المقابر الرومانية بهوارة. وقد انتقلت زراعة الكرنب إلى الأمريكتين فى القرن السابع عشر

(سرور وآخرون ١٩٣٦، و Asgrow Seed Co. ١٩٧٧). ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

تستعمل أوراق الكرنب في الحشو، والتخليل كما تؤكل مطبوخة، ومسلوقة. ويحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الكرنب من الأصناف ذات الأوراق البيضاء الملساء على المكونات الغذائية التالية: ٩٢,٤جم ماءً، و ٢٤ سعرًا حراريًا، و ١,٣ جم بروتينًا، و ٠,٢ جم دهونًا، و ٥,٤ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٨ جم أليافًا، و ٠,٧ جم رمادًا، و ٤٩ مجم كالسيوم، و ٢٩ مجم فوسفورًا، و ٠,٤ مجم حديدًا، و ٢٠ مجم صوديوم، و ٢٣٣ مجم بوتاسيوم، و ١٣٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٥ مجم ثيامين، و ٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، و ٠,٣ مجم نياسين، و ٤٧ مجم حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح مما تقدم .. أن الكرنب من الخضر الغنية جدًّا بالنياسين كما أنه غنيًا بفيتامين جـ (حامض الأسكوربيك)، ومتوسطًا في محتواه من الكالسيوم.

ويعتبر الكرنب الأحمر من النباتات الغنية بالصبغات الأنثوسيانينية، وهي من مشتقات السيانيدين cyanidin derivatives.

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالكرنب في العالم عام ١٩٩٩ نحو ٢,٣٢٨ مليون هكتار، وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة، هي: الصين (٩٧١ ألف هكتار)، فالهند (٢٣٠ ألف هكتار)، فالإتحاد الروسي (١٦٢ ألف هكتار)، فالولايات المتحدة الأمريكية (٨٩ ألف هكتار)، فأوكرانيا (٦٧ ألف هكتار)، فاليابان (٦٠ ألف هكتار). وكانت أكثر الدول العربية زراعة للكرنب هي: مصر (١٨ ألف هكتار)، فسوريا ولبنان (٣ آلاف هكتار لكل منهما). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار في اليابان (٤٠ طنًّا)، فمصر (٢٧,٣ طنًّا)، فالولايات المتحدة (٢٤,٢ طنًّا)، فلبنان (٢٤,٠ طنًّا)، فسوريا (٢٣,٢ طنًّا)، بينما بلغ متوسط الإنتاج العالمي ٢١,٠ طنًّا للهكتار (FAO ١٩٩٩).

وقد قدرت المساحة الإجمالية المزروعة بالكرنب فى مصر عام ٢٠٠٠ بنحو ٤٤٦٦٦ فدان (الفدان: ٤٢٠٠ متر مربع = ٠,٤٢ هكتار)، وبلغ متوسط محصول الفدان حوالى ١٢,٣ طنًا. وقد كانت معظم المساحة المزروعة فى العروة الشتوية (٣٠٧٤٧ فدان)، فالخريفية (٩٦٠٦ فدان)، فالصيفية (٤٣١٣ فدان). كما كان متوسط المحصول فى العروات الثلاث - على التوالى - كما يلى ١٢,٦، و ١٢,٣، و ٩,٩ أطنان للفدان (الإدارة المركزية لشئون البساتين والمحاصيل الزراعية - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعى - جمهورية مصر العربية ٢٠٠٠).

ويخصص معظم مساحة الكرنب لزراعة الصنف البلدى الذى يستعمل فى الحشو والتخليل. أما أصناف الكرنب الأجنبية .. فلا يزرع منها سوى مساحات قليلة نسبيًا تكون متأخرة غالبًا لإطالة موسم النمو، لأنها أقل سرعة فى الاتجاه نحو الإزهار بالمقارنة بالكرنب البلدى.

الوصف النباتى

يعتبر نبات الكرنب عشبيًّا ذا حولين فى المناطق الباردة، وحوليًّا فى المناطق المعتدلة التى تكفى فيها البرودة السائدة خلال فصل الشتاء لتهيئة النباتات للإزهار.

الجذور

ينمو لنبات الكرنب مجموع جذرى ليفى كثير الانتشار فى التربة، خاصة عند الزراعة بالشتل، حيث يقطع الجذر الأولى، ويحل محله أحد الأفرع الجذرية القوية، كما ينمو عديد من الجذور الجانبية القوية من قاعدة النبات. تنتشر الأفرع الجذرية فى المراحل الأولى من النمو فى الثلاثين سنتيمترًا السطحية من التربة، ثم تتجه إلى النمو الرأسى بعد ذلك، ويصل انتشارها الجانبى لمسافة متر عندما تبلغ الرؤوس نحو ثلثى حجمها الطبيعى، بينما يصل نموها الرأسى لعمق حوالى متر ونصف.

الساق

تكون ساق الكرنب قصيرة فى موسم النمو الأول، وتحمل الأوراق متزاحمة حول البرعم الطرفى لتكون الرأس، وهى الجزء المستعمل فى الغذاء. وتستطيل الساق، وتتفرع

بكثرة فى موسم النمو الثانى لتكون النورة التى يبلغ طولها عند اكتمال نموها من ٩٠-١٥٠ سنتيمترًا.

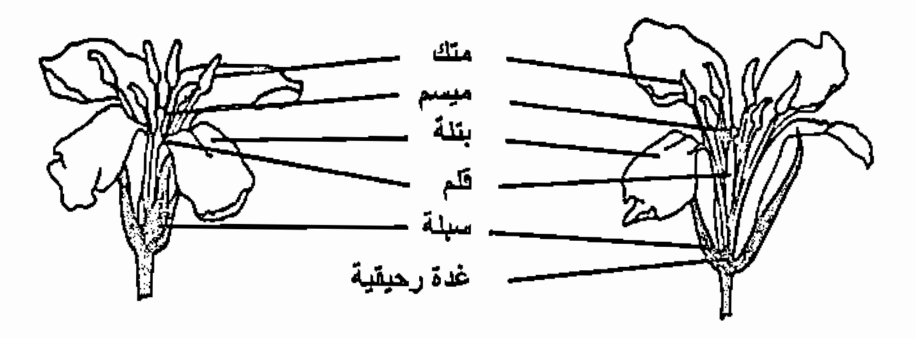
الأوراق

يتراوح عدد أوراق الكرنب التى تحيط بالرأس من ١١-٢٨ ورقة حسب الصنف، وهى كبيرة نسبيًا وتأخذ شكلاً بيضاويًا، أو مستديرًا تقريبًا عند اكتمال نموها. وتكون الأوراق الخارجية ذات أعناق قصيرة وسميكة ومجنّحة، بينما تكون أوراق الرأس جالسة. كما تكون أوراق معظم الأصناف ناعمة، ومغطاة بطبقة شمعية ظاهرة يطلق عليها اسم bloom، ويختلف سمك هذه الطبقة باختلاف الأصناف. كما تكون أوراق بعض الأصناف مجعدة بشدة Savoy. وبينما يكون لون الأوراق أبيض مائلاً إلى الأخضر فى معظم الأصناف .. فإنها تكون ذات لون أخضر قاتم فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة، وحمراء أو أرجوانية اللون فى أصناف أخرى. أما الأوراق التى تحمل على الشمراخ الزهرى (محور النورة) .. فإنها تكون أصغر بكثير من الأوراق القاعدية، كما تكون غالبًا مسننة الحافة.

الأزهار والتلقيح

تحمل أزهار الكرنب فى نورات غير محددة racemes طرفية طويلة على الساق الرئيسى وفروعه. وتكون الأزهار معنّقة، وصفراء اللون، ومنتظمة تحتوى على أربع سبلات، وأربع بتلات على شكل صليب، وست أسدية (شكل ١-١). والمتاع علوى مكون من كربلتين ملتحمتين، والمبيض مكون من حجرة واحدة يقسمها حاجز كاذب إلى قسمين، وهو كاذب لأنه لا ينشأ نتيجة لالتحام حواف الكرابل. الوضع المشيمى جدارى، وتمتد فترة إزهار نبات الكرنب لنحو شهرين.

تتفتح المتوك طوليًا، ويكون ميسم الزهرة مستعدًا لاستقبال حبوب اللقاح لمدة تمتد من قبل تفتح الزهرة بنحو خمسة أيام إلى ما بعد تفتحها بأربعة أيام. وتنتشر حبوب اللقاح فى نفس اليوم الذى تتفتح فيه الزهرة. والتلقيح خلطى بسبب وجود ظاهرة عدم التوافق الذاتى Self Incompatibility، ويتم بواسطة النحل، والحشرات الأخرى التى تجمع حبوب اللقاح، والرحيق. ويتراوح المجال الحرارى المناسب للتلقيح، وعقد الثمار بين ١٣ و ٢١ °م.



شكل (١-١): أجزاء زهرة الكرنب (عن Dickson & Wallace ١٩٨٦).

الثمار والبذور

الثمرة خردلة Silique، ولكنها تسمى قرنًا pod، ورفيعة، وتنتهى بطرف مدبب خال من البذور، ويحتوى القرن على نحو ١٢-٢٠ بذرة. وتمتلئ بذرة الكرنب بالجنين - كما فى الصليبيات الأخرى - نظرًا لأن الإندوسبرم يمتص أثناء تكوين الفلقتين. البذرة صغيرة كروية، يبلغ قطرها نحو ١,٥ مم ناعمة، ويتغير لونها من البنى الفاتح عند الحصاد إلى البنى القاتم عند تخزينها لفترة طويلة. ويصعب تمييز بذور الكرنب عن بذور عدد من الصليبيات الأخرى، مثل: القنبيط، والبروكولى، وكرنب بروكسل، والكيل، والكولارد، والخردل، والكرنب الصينى (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

الأصناف

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم أصناف الكرنب حسب الصفات التالية:

١ - طبيعة الصنف هل هو هجين، أم مفتوح التلقيح open-pollinated.

٢ - موعد النضج .. حيث تختلف الأصناف من مبكرة جدًا، مثل إيرلى جرسى ويكفيلد Early Jersery Wakefield إلى متأخرة، مثل: ليت فلات دتش Late Flat Dutch.

ويكون الكرنب - عادة - جاهزًا للحصاد بعد حوالى ٧٥ يومًا من الزراعة بالنسبة

للأصناف المبكرة، و ٩٠ يومًا بالنسبة للأصناف المتوسطة فى موعد نضجها، و ١٢٠ يومًا بالنسبة للأصناف المتأخرة.

٣ – حجم الرأس   حيث يتراوح من صغير كما فى الصنف برونزويك Brunswick إلى متوسط كما فى دانش بولهد Danish Ballhead، وكبير كما فى الصنف قاهرة هجين.

٤ – شكل الرأس .. فمنه الشكل الكروى، كما فى: جولدن أيكر Golden Acre، والبطط، مثل: إيرلى فلات دتش Early Flat Dutch، والمدبب مثل: جرسى ويكفيلد Jersey Wakefield، و دوشى Duchy (شكل ١–٢، يوجد فى آخر الكتاب).

٥ – لون الأوراق .. فمنه الأخضر، كما فى: كنج كول King Cole، والأخضر القاتم، كما فى: تشارلستون ويكفيلد Charleston Wakefield، والأخضر المائل إلى الأزرق، كما فى: سى سى جرادور (شكل ١–٣، يوجد فى آخر الكتاب)، وسى سى كروس C. C. Cross، وإميرالد كروس Emerald Cross، والأحمر، كما فى: رد إيكر Red Acre، والأرجوانى المائل إلى الأحمر، كما فى: ماموث رد روك Mammoth Red Rock، ولاسو Laso، وبريكو Preko (شكل ١–٤، يوجد فى آخر الكتاب).

٦ – ملمس الأوراق .. فمنه الأملس، كما فى: كوبنهاجن ماركت Copenhagen Market، والمجعد، كما فى: أيس بردج Ice Bridge، وشيفتيان سافوى Chieftain Savoy، وتارفوى Tarvoy، وبريمافوى Primavoy (شكل ١–٥، يوجد فى آخر الكتاب).

٧ – صفات الجودة الأخرى، مثل: مدى صلابة الرؤوس، وطول الساق التى تحمل الرأس وطول الساق الداخلية core، ومدى اندماج أو انتشار الأوراق الخارجية.

هذا .. وتقسم عادة أصناف الكرنب إلى ست مجاميع هى كما يلى:

١ – مجموعة الويكفيلد Wakefield، أو قلب الثور:

رؤوسها صغيرة، ذات قمة مدببة، ومبكرة النضج، ويمثلها الصنفان: جيرسى ويكفيلد، وتشارلستون ويكفيلد، وهما متشابهان إلاَّ أن الأخير أقل تبكيرًا، ورؤوسه أكبر قليلاً، وأقل تدببًا.

٢ – مجموعة الكوبنهاجن ماركت Copenhagen Market:

رؤوسها أكبر، وكروية الشكل، ومبكرة، وصلبة، ومندمجة، أوراقها الخارجية قليلة ومغطاة بطبقة شمعية سمكية؛ مما يعطى الأوراق لونًا أخضر مائلاً إلى الأزرق. وتمثلها الأصناف: كوبنهاجن ماركت، وجولدن أيكر، وجلوب Globe، وماريون ماركت Marion Market، والصنفان الأخيران أقل تبكيرًا فى النضج.

٣ – مجموعة الدانش بول هد Danish Ball Head:

رؤوسها متوسطة الحجم وصلبة. تزرع للاستهلاك الطازج، والتخزين، والتخليل، وأوراقها الخارجية قليلة وتنحنى قليلاً نحو الداخل، ومغطاة بطبقة شمعية سميكة. وتمثلها الأصناف: دانش بول هد (أو حولاندر Hollander)، ووسكنس أول سيزونز Wisconsin All Seasons.

٤ – مجموعة الفلات دتش Flat Dutch:

رؤوسها متوسطة إلى كبيرة الحجم ومبططة flat، وأوراقها الخارجية كثيرة وتغطى الرأس جيدًا. ويمثلها الصنف سلوبولتنج فلات دتش Slow Bolting Flat Dutch.

٥ – مجموعة السافوى Savoy، أو ذات الأوراق المجعدة (المخرفشة):

أوراقها مجعدة بشدة، ولونها أخضر قاتم، ومغطاة بطبقة شمعية قليلة جدًا، ويمثلها الصنفان: تشيفتيان Chieftain، ودرمهد سافوى Drumhead Savoy.

٦ – مجموعة الكرنب الأحمر Red Cabbage:

أوراقها ذات لون أحمر قاتم أو أرجوانى مائل إلى الأحمر، وتمثلها الأصناف: رد روك Red Rock، ورد دانش Red Danish، وروند رد دتش Round Red Dutch (Thompson & Kelly ١٩٥٧، و Ware & McCollum ١٩٨٠).

أما التقسيم العملى لأصناف الكرنب، فهو يجمع بين الغرض من الزراعة والصفات الرئيسية للطراز الصنفى، كما يلى:

١ – أصناف الاستهلاك الطازج:

قد تكون أصناف الاستهلاك الطازج من أى من الطرز الآتية:

أ – خضراء مبكرة .. مثل Early، و Earliana، و Golden Acre، و Rocket، و K-K cross.

ب – خضراء متوسطة فى موعد نضجها .. مثل Bravo، و O-S Cross.

جـ – خضـراء متـأخرة .. مثـل Bartolo، و Danish Ballhead، و S-D Cross، و Excel.

د – مجعدة .. مثل Savoy Ace.

هـ – حمراء .. مثل Red Head، و Ruby، و Ruby Ball، و Red Jewel، و Red Rookie، و Super Red 80.

٢ – أصناف التصنيع:

تنتمى أصناف التصنيع إلى أحد طرازين، كما يلى:

أ – الخضراء .. مثـل Danish Ballhead، و Krautking، و Krautman، وجميعـها متأخرة، و Krautpacker وهو متوسط فى موعد النضج، و Marvellon وهو مبكر.

ب – الحمراء .. مثل Ruby، و Ruby Ball، و Cardinal، و Red Head.

مواصفات الأصناف الهامة

من أهم أصناف الكرنب المنتشرة فى الزراعة، ما يلى:

○ البلدى:

أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة المصرية. أوراقه كبير مستديرة ملساء ورقيقة. ساق النبات طويلة، وقد يزيد طولها أحياناً عن ٤٠ سم. الرأس متوسطة إلى كبير الحجم، ويتراوح وزنها من ٥–٧ كجم، وهى غير مندمجة، وتميل إلى الشكل الكروى. وهو صنف يصلح للحشو غير أنه سريع الإزهار، وغير متجانس فى صفات الرأس.

○ قاهرة هجين:

صنف أنتجته كلية الزراعة – جامعة القاهرة، وقد نشأ بالانتخاب من نسل التهجين بين الكرنب البلدى، وكرنب برونزويك. أوراقه كبيرة مستديرة، وملساء. ساق النبات قصيرة، لا يتعدى طولها ٢٠ سم. الرأس كبيرة جدًّا يتراوح وزنها من ١٢–١٥ كجم، وهى مندمجة، ومبططة، والساق الداخلية بها قصيرة.

○ برونزويك Brunswick:

أوراقه متوسطة الحجم مستديرة وملساء. ساق النبات قصيرة جدًّا يبلغ طولها حوالى

١٠ سم. الرأس صغيرة يبلغ وزنها ٢-٣ كجم مبططة، وشديدة الاندماج. يزرع في العروات المتأخرة لمقاومته للإزهار المبكر (مرسي والمربع ١٩٦٠، واستينو وآخرون ١٩٦٣).

● جولدن أيكر Golden Acre:

صنف مبكر، ذو رأس صغيرة، مستديرة متوسطة الاندماج، وقد نجحت زراعته في مصر.

● جرسي ويكفيلد Jersey Wakefield:

صنف مبكر، ذو رأس صغيرة، مدببة، ومندمجة، وقد أنتج أيضًا الصنف إيرلي جرسي ويكفيلد، وهو يشبه الصنف السابق، وأكثر منه تبكيرًا، وقد نجحت زراعته في مصر.

● دانش بول هد Danish Ball head:

صنف متأخر، ذو رأس كروية كبيرة مندمجة. يصلح للشحن، والتخزين، وقد نجحت زراعته في مصر.

● تشيفتيان سافوي Chieftain Savoy:

صنف متوسط في موعد النضج، ذو رأس متوسطة إلى كبيرة الحجم، ومبططة. الأوراق مجعدة ولون الأوراق المغلفة للرأس أخضر قاتم، أما الأوراق الداخلية .. فبيضاء اللون، وقد نجحت زراعته في مصر (أبحاث غير منشورة للمؤلف).

● كوبنهاجن ماركت Copenhagen Market:

صنف مبكر إلى متوسط في موعد النضج، ذو رأس كروية متوسطة الحجم، وصلبة.

● رد أيكر Red Acre:

صنف مبكر، ذو رأس صغيرة كروية مندمجة. أوراقه ذات لون أحمر قاتم. يقاوم التفلق ويصلح للتخزين.

● ماموث رد روك Mammoth Red Rock:

صنف متأخر، ذو رأس متوسطة الحجم مبططة. أوراقه ذات لون أحمر قرمزي. يصلح للتخزين.

○ جرين باك Greenpack:

صنف متوسط في موعد النضج، ذو رأس صغيرة إلى متوسطة الحجم كروية، ومندمجة. الأوراق ذات لون أخضر قاتم. مقاوم للاصفرار، والتفلق. يصلح للتسويق الطازج والشحن.

○ ك-ك كروس K-K Cross:

صنف هجين مبكر، ومقاوم للحرارة العالية (أعلى من ٣٨°م). الرأس كروية صغيرة يبلغ وزنها حوالى كيلو جرامين. الأوراق ذات لون أخضر مائل إلى الأزرق. بطئ التفلق بعد النضج، وتنتشر زراعته فى بعض الدول العربية.

○ ك-واى كروس K-Y Cross:

يقاوم هذا الصنف الهجين الحرارة العالية بدرجة عالية، ويكون جاهزًا للحصاد بعد حوالى ٥٥-٦٠ يومًا من الشتل. الرأس مبططة عميقة، وصلبة، ويبلغ وزنها ٢,٥-٣,٠ كجم، والأوراق ذات لون أخضر مائل إلى الأزرق. ويصلح هذا الصنف للشحن.

○ وسكنس هولندر رقم ٨ Wisconson Hollander #8:

صنف مفتوح التلقيح متأخر يكون جاهزًا للحصاد بعد حوالى ١٠٠-١٢٠ يومًا من الشتل. الرأس كبيرة نسبيًا، يبلغ قطرها ٢٠ سم ووزنها ٣,٥ كجم، وهى كروية تميل إلى التسطح من أعلى، ومندمجة، ولون أوراقها أخضر ضارب إلى الزرقة.

○ هيد ستارت Head Start:

هجين مبكر، ذات رأس مندمجة، كروية الشكل ومسطحة من أعلى، ويبلغ متوسط وزنها ١,٦ كجم.

○ رد ميتور Red Meteor:

صنف مفتوح التلقيح ذات أوراق حمراء، متوسط التبكير، ورؤوسه كروية يبلغ متوسط وزنها ٢,٣ كجم.

○ دايدون Didone:

صنف هجين يتحمل الحرارة العالية، مبكر جدًا، وذات رأس كروية يبلغ متوسط وزنها حوالى ١,٥ كجم، وصلبة جدًا، والنبات مقاوم لكل من الذبول الفيوزارى والعفن الأسود.

● أوكسيلص Oxylus:

صنف هجين يتحمل الحرارة العالية، متوسط التبكير، وذات رأس كروية وصلبة يبلغ متوسط وزنها كيلو جرامين، والنبات مقاوم لكل من الذبول الفيوزارى والعفن الأسود.

● أنجار Anjar:

صنف هجين يتحمل الحرارة العالية، متأخر، ذات رأس مبططة غير مندمجة، يبلغ متوسط وزنها ثلاثة كيلو جرامات.

● ماكسيم Maxim:

صنف هجين يتحمل الحرارة العالية، متوسط التأخير، وذات رأس مبططة عميقة غير مندمجة، يبلغ متوسط وزنها كيلو جرامين.

● كايوجا Cayuga:

صنف هجين يتحمل الحرارة العالية، متأخر، وذات رأس صلبة مبططة عميقة مندمجة، يبلغ متوسط وزنها ١,٥ كجم، والنبات مقاوم لكل من الذبول الفيوزارى والعفن الأسود.

ومن بين الأصناف التى تنمو جيدًا تحت ظروف الشتاء المعتدل البرودة، ما يلى:

● رايندا Rinda:

صنف هجين متوسط التبكير، ذات رأس كروية صلبة جدًا ويبلغ متوسط وزنها ٦ كجم.

● أوسكار Oscar:

صنف هجين متوسط التبكير، ذات رأس غير مندمجة يبلغ متوسط وزنها ٦ كجم.

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف الكرنب ومواصفاتها .. يراجع Magruder (١٩٣٧) بالنسبة للأصناف التى أدخلت فى الزراعة قبل عام ١٩٣٧، و Minges (١٩٧٢) بالنسبة للأصناف التى أنتجت فيما بين عامى: ١٩٣٧، و ١٩٧٢، و Tigchelaar (١٩٨٠، و ١٩٨٦) بالنسبة للأصناف التى أدخلت بعد ذلك حتى عام ١٩٨٦، وكذلك القائمة رقم ٢٤ لأصناف الخضر الجديدة التى أنتجت فى الولايات المتحدة الأمريكية

وكندا (Wehner ١٩٩٩)، والتى يجـد القـارئ فـى صدرهـا بيانًـا يجمـع قوائـم الخضـر الجديدة الأخرى التى سبقتها فى الصدور.

الفصل الثانى

زراعة وتخزين الكرنب

التربة المناسبة

يزرع الكرنب فى مختلف أنواع الأراضى من الرملية إلى الثقيلة وتفضل الأراضى الرملية لإنتاج محصول مبكر. ويجب أن تكون التربة جيدة الصرف وغنية بالمادة العضوية، أو أن تسمد جيدًا بالأسمدة العضوية.

لا تناسب التربة المندمجة نمو نباتات الكرنب؛ حيث يضعف فيها نمو النباتات، وتكون أكثر تعرضًا للإصابة بالخنفساء البرغوثية. كما أن النباتات النامية فى هذه الأراضى تكون أكثر حساسية للأمطار ولزيادة معدلات الرى، بسبب سرعة غمر التربة بالماء (Wolfe وآخرون ١٩٩٥).

يتراوح pH التربة المناسب للكرنب من ٥,٥–٦,٥. ويفضل عند تلوث الأرض بالكائن المسبب لمرض تدرن جذور الصليبيات أن يكون pH التربة أعلى من ٦,٥؛ نظرًا لأنه لا يعيش بصورة جيدة فى الأراضى المتعادلة، والقلوية.

وقد أحدث تعقيم التربة بالأشعة الشمسية Solarization زيادة معنوية فى محصول الكرنب الصالح للتسويق بلغت ٢٥٠٪ مقارنة بالكنترول، مع تبكير الحصاد بمقدار ٣ أسابيع. وقد أدى تعقيم التربة إلى زيادة كثافة كائنات التربة من الزيدومونادز Pseudomonads، والأكتينوميسيتات، وبعض الفطريات الأخرى فى محيط الجذور، مقارنة بما كان عالية الحال فى التربة غير المعقمة. كذلك أدى تعقيم التربة إلى خفض مستوى الإصابة بينماتودا تعقد الجذور (Stevens وآخرون ١٩٨٨).

تأثير العوامل الجوية

ينمو الكرنب جيدًا فى الجو البارد الرطب. وأنسب درجة حرارة لإنبات البذور تبلغ

٢٩°م، ولكن المجال الملائم يتراوح بين ٧ و ٣٥°م. ويمكن للبذور أن تنبت فى درجة حرارة أقل من ذلك (حتى ٤°م) ولكن الإنبات يكون بطيئًا، وفى درجة حرارة أعلى من ذلك (حتى ٣٨°م)، إلا أن البذور تتعرض للإصابة بالعفن. ويمكن لشتلات الكرنب المؤقلمة جيدًا أن تتحمل درجة حرارة من -٦°م إلى -٨°م لفترة قصيرة.

يلزم لنمو نباتات الكرنب درجات حرارة مرتفعة، تميل إلى الدفء فى المراحل الأولى من نمو النبات، ودرجات حرارة معتدلة تميل إلى البرودة (١٥-٢٠°م) فى النصف الثانى من حياة النبات. ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة فى تلك الفترة إلى تكون رؤوس صغيرة، وغير مندمجة.

تتهيأ النباتات للإزهار إذا تعرضت لدرجة حرارة تقل عن ١٠°م لمدة ٥-٦ أسابيع بعد أن تكون قد تخطت مرحلة الحداثة .. وللمزيد من التفاصيل عن إزهار الكرنب .. يراجع الموضوع تحت فسيولوجيا المحصول.

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر الكرنب بالبذور التى تزرع غالبًا فى المشتل أولاً، وقد تزرع فى الحقل الدائم مباشرة

كمية التقاوى

يلزم لزراعة الفدان بطريقة الشتل نحو ٢٥٠-٣٠٠ جم من بذور الصنف البلدى، وحوالى ٣٥٠-٤٥٠ جم من بذور الأصناف الأجنبية، نظرا لأنها تشتل على مسافات أقل مما فى الصنف البلدى. أما زراعة البذور فى الحقل الدائم مباشرة .. فيلزم لها نحو ١,٥ كجم لكل فدان.

معاملات التقاوى

تدريج البذور

بينما لم يؤثر حجم بذرة الكرنب (بقطر ١,٦-٢,٠ مم مقارنة بقطر ٢,٠-٢,٢٥ مم) على سرعة إنباتها إلاّ قليلاً، فإن النباتات التى نتجت من البذور الكبيرة كانت أكبر حجمًا عن تلك التى نتجت من البذور الصغيرة (Shanmuganathan & Benjamin ١٩٩٢).

نقع البذور في الماء

أدى نقع بذور الكرنب فى الماء ثم تجفيفها لفترات مختلفة إلى إسراع الإنبات وتحسين نسبته عند استنباتها بعد ذلك. وقد واكب عملية نقع البذور زيادة كبيرة فى معدل تمثيل البروتين، والدنا DNA، والرنا RNA، كما تحملت البذور عملية التجفيف التى أعقبت نقعها، حتى تلك التى بزغ منها الجذير بوضوح أو تمزق غطاؤها البذرى (Koehler وآخرون ١٩٩٧).

اختبار الحيوية

يستخدم اختبار تسرب السينابين Sinapine من بذور الكرنب والصليبيات الأخرى كاختبار سريع للتعرف على البذور التى فقدت حيويتها، حيث تبين وجود ارتباط قوى بين نسبة الإنبات المتوقعة بناء على هذا الاختبار ونسبة الإنبات الفعلية (Lee وآخرون ١٩٩٧).

إنتاج الشتلات

تزرع البذرة فى المشتل فى أحواض مساحتها ١,٥ × ٢م فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٢٠ سم. ويلزم الاهتمام بمكافحة الآفات فى المشتل، خاصة: الخنفساء البرغوثية، ودودة ورق القطن. ويراعى عدم الإفراط فى التسميد الآزوتى حتى لا تكون الشتلات رهيفة. كما تجب أقلمتها جيدًا قبل نقلها إلى الحقل الدائم. ويبلغ قطر ساق الشتلة الجيدة من ٤–٧مم، بينما يتراوح طولها من ١٢–٢٠ سم. وللمزيد من التفاصيل عن إنتاج شتلات الخضر وأقلمتها .. يراجع حسن (١٩٩٨).

طرق مستحدثة لأقلمة الشتلات

أدى رى شتلات الكرنب النامية فى الشتّالات speedling trays بالماء البارد على ٥°م – يوميًا – إلى تقليل نمو سيقان البادرات بمقدار ٤٠٪، بينما لم يكن للرى بالماء الذى كانت حرارته ١٠ أو ١٥°م أى تأثير على طول الساق. هذا .. إلاّ أن الوزن الجاف لكل من الجذور والنموات الخضرية ازداد عندما كان الرى بالماء الذى كانت حرارته ١٠°م. ويعنى ذلك أن الرى بالماء البارد يعد طريقة فعالة لتحسين نوعية الشتلات المنتجة فى الشتّالات (Chen وآخرون ١٩٩٩).

وقد أمكن إنتاج شتلات الكرنب بأى من طريقتى الـ Float-bed – وهى مزرعة مائية بسيطة – و Ebb-and-float وهى مزرعة لاأرضية يتم فيها صرف المحلول المغذى بشكل دورى منتظم لأجل الحد من توفر الرطوبة، ومن ثم الحد من النمو النباتي. وقد أعطى كلا النظامين شتلات جيدة عندما احتوى المحلول المغذى على نيتروجين بتركيز ٦٦ جزءًا في المليون (٤٠٪ نترات)، وبوتاسيوم بتركيز ٨٣ جزءًا في المليون. وقد تميز الـ Ebb-and-flow system بإمكان التحكم في مستوى الرطوبة؛ مما سمح بإبطاء نمو الشتلات وزيادة توفر الأكسجين للجذور (Frantz وآخرون ١٩٩٨).

التغيرات المصاحبة لأقلمة الشتلات

تؤدى أقلمة شتلات الكرنب بأية وسيلة تحد من نموها (مثل تخفيف الرى أو التعريض للبرودة تدريجيًا) إلى إحداث التغيرات التالية:

١ – بطء النمو، ومن ثم تكون الشتلات أقل طولاً وأكبر سمكًا عن النباتات الرهيفة غير المؤقلمة.

٢ – تصبح الأوراق جلدية وأكثر صلابة.

٣ – تصبح طبقة الشمع bloom على سطح الأوراق أكثر سمكًا.

٤ – يصبح اللون الأخضر للأوراق أكثر دكنة.

٥ – يتكون لون وردى بالشتلات، وخاصة في السيقان، وأعناق الأوراق وعروقها.

٦ – تصبح طبقة النسيج العمادى بالورقة أقل سمكًا.

٧ – تزداد نسبة المادة الجافة كثيرًا.

٨ – تقل نسبة الماء القابل للتجمد.

٩ – يقل معدل النتح من وحدة المساحة من الأوراق.

١٠ – تزداد كمية الغرويات المحبة للماء، وخاصة البنتوسانات pentosans.

١١ – يزداد تركيز السكريات المختزلة والكلية.

١٢ – يقل محتوى الشتلات من النشا.

١٣ – يتحلل بعض البروتين إلى أحماض أمينية.

ومما لا شك فيه أن أهم التغيرات التى تحدث أثناء الأقلمة هى تلك التى تزيد من قوة الخلايا على الاحتفاظ بالماء، ومن ثم تقلل من معدل النتح، ومن نسبة الماء القابل للتجمد، وأهم العوامل المؤثرة على ذلك هى الزيادة فى نسبة المادة الجافة ومحتوى النبات من الغرويات. كما يعتقد البعض فى أن طبقة الشمع التى توجد على سطح الأوراق تعمل على سرعة انزلاق قطرات الماء من على سطح الأوراق؛ ومن ثم لا يتواجد ماء حر على سطح الأوراق يكون عرضه للتجمد السريع، ويتسبب بمجرد تجمده فى التجمد السريع - كذلك - للماء الحر الذى يوجد داخل الأنسجة النباتية، والذى قد يوجد فى حالة تبريد فائق (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

وقد أدى تعريض بادرات الكرنب النامية فى حرارة ٢٠°م نهارًا، و ١٥°م ليلاً لحرارة ٥°م إلى إكسابها القدرة على تحمل التجمد حتى -٦°م، مع زيادة درجة التحمل بزيادة فترة التعرض للحرارة المنخفضة (٥°م) حتى ١٠ أيام. وقد أدت معاملة التقسية تلك إلى زيادة محتوى البادرات من كل من السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز، والنشا، وارتبط تركيزها بدرجة تحمل حرارة التجمد. وقد فقدت النباتات قدرتها المكتسبة على تحمل حرارة التجمد بعد يوم واحد من تعرضها لحرارة ٢٠°م نهارًا، و ١٥°م ليلاً، وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى تركيز السكريات (Sasaki وآخرون ١٩٩٦).

وأدى تعريض نباتات الكرنب لحرارة منخفضة لا يحدث معها تجمد (٥°م) مع فترة إضاءة مدتها ١٢ ساعة إلى إكتسابها مقاومة للتجمد، بينما لم تكتسب البادرات التى عرضت للحرارة ذاتها فى الظلام مقاومة ضد التجمد. وفى المقابل .. انخفضت قدرة النباتات المكتسبة على تحمل التجمد بنموها فى حرارة عادية (٢٠°م نهارًا مع ١٥°م ليلاً) أيًا كانت ظروف الإضاءة. وقد ترافقت هذه التغيرات فى تحمل التجمد مع تغيرات فى محتوى الأوراق من السكريات. وقد أظهرت النباتات التى عرضت لشد مائى درجة أعلى من القدرة على تحمل التجمد وزيادة أكبر فى محتوى السكريات عن النباتات التى أعطيت حاجتها من الماء (Sasaki وآخرون ٢٠٠٠).

تجهيز الحقل والشتل

يجهز الحقل بالحراثة، وإضافة السماد البلدى، والتزحيف، والتخطيط. وتتوقف مسافات الزراعة على الصنف المُراد زراعته كما يلى:

١ – الصنف البلدى: يشتل على خطوط بعرض ٨٠–٩٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٨–٩ خطوط فى القصبتين)، وعلى مسافة ٥٠–٧٠ سم بين النبات والآخر فى الخط.

٢ – الصنف برونزويك والأصناف الأجنبية الأخرى: تشتل على خطوط بعرض ٦٥–٧٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٠–١١ خطًا فى القصبيتن)، وعلى مسافة ٣٠–٦٠ سم بين النبات والآخر فى الخط.

هذا .. ويكون التخطيط شرقى–غربى، والشتل على الريشة (ميل الخط) الشمالية. ويشتل الكرنب يدويًا، أو آليًا. ويكون غرس الشتلات على عمق أكبر قليلاً مما كانت عليه فى المشتل. كذلك يؤدى شتل شتلات الكرنب ذات الصلايا plugs (المنتجة فى الشتّالات) على عمق ١–٢ سم (أى تغطية قمة الصلية بالتربة لهذا العمق) إلى زيادة فرصة نجاح الشتل وزيادة المحصول من الرؤوس المتجانسة فى الحجم عما فى حالة الشتل الأكثر سطحية عن ذلك (Fujiwara وآخرون ١٩٩٨).

ويفضل أن يكون الشتل بعد الظهر إذا كان الجو حارًا. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن إنتاج رؤوس صغيرة من الأصناف ذات الرؤوس الكبيرة بطبيعتها بإجراء الشتل على مسافة ضيقة تبلغ حوالى ٣٠ سم.

الزراعة بالبذور مباشرة

يمكن كذلك زراعة الكرنب بالبذرة مباشرة فى الحقل الدائم، ويشترط لنجاح الزراعة بهذه الطريقة تحضير خطوط الزراعة جيدًا جدًّا، مع استعمال مبيدات الحشائش.

وقد أدت زيادة عمق الزراعة إلى ٣٥ مم مقارنة بالزراعة على عمق ٥ مم إلى تأخير الإنبات وتقليل معدل النمو النسبى للبادرات (Shanmuganatham & Benjamin ١٩٩٢).

وقد جرت العادة على زراعة بذور الكرنب آليًا على مسافات متقاربة (١٠–٢٠ سم) مع زراعة بذرة أو بذرتين فى الجورة، ثم الخف بعد ذلك على المسافة المرغوبة، إلا أن بالإمكان زراعة الكرنب على المسافة المرغوبة (٢٥–٣٠ سم) مباشرة وبمعدل بذرة واحدة

فى الجورة، دونما حاجة إلى إجراء عملية الخف بعد ذلك، شريطة أن تكون البذور ذات حيوية عالية (Bracy وآخرون ١٩٩٢).

ويؤدى تقليل المسافة بين النباتات فى الخط إلى ٣٠ سم إلى خفض التجانس فى حجم الرؤوس بداية من مرحلة تكوين الرؤوس؛ ذلك لأن عدم التساوى فى معدل نمو الشتلات المتزاحمة فى بدايات مراحل النمو يزداد تدريجيًّا مع تقدم النمو؛ حيث إن النباتات التى تكون أسرع نموًّا منذ البداية تزداد قدرتها التنافسية بمرور الوقت؛ ومن ثم تصبح أكبر حجمًا على حساب النباتات المجاورة لها، ويقل تجانس النباتات فى الحقل تبعًا لذلك. ويفيد فى زيادة تجانس حجم الرؤوس عدم وجود جور غائبة وعدم استعمال شتلات ضعيفة، وتجانس الشتلات فى قوة النمو (Fujiwara وآخرون ٢٠٠٠).

مواعيد الزراعة

تزرع بذرة الكرنب البلدى فى مصر ابتداء من شهر مارس حتى منتصف شهر يوليو. ولا ينصح بالمواعيد المبكرة إلاّ فى المناطق الساحلية، حيث تكون الحرارة معتدلة. وتعتبر المواعيد المتأخرة هى الأنسب لزراعة الكرنب، ويزيد فيها المحصول. وإذا زرع الكرنب البلدى متأخرًا عن منتصف شهر يوليو .. فإن النباتات تتجه نحو الإزهار مباشرة قبل أن تكوّن رؤوسًا تجارية؛ نظرًا لأن درجة الحرارة المنخفضة السائدة خلال فصل الشتاء تكون كافية لتهيئة النباتات للإزهار.

أما الأصناف الأجنبية .. فإنه يمكن زراعة بذورها مع الكرنب البلدى فى نفس الوقت، إلاّ أن زراعتها تتأخر إلى منتصف شهر يوليو وحتى بداية شهر نوفمبر. ويرجع ذلك إلى السببين التاليين:

١ – تعنى زراعة الأصناف الأجنبية فى نفس وقت زراعة الكرنب البلدى أن إنتاجهما يكون فى نفس الوقت؛ مما يعنى صعوبة تسويق الأصناف الأجنبية التى لا يمكنها منافسة الصنف البلدى فى الأسواق المحلية نظرًا لصغر حجم رؤوسها.

٢ – لا تتجه الأصناف الأجنبية بسرعة نحو الإزهار فى مصر؛ نظرًا لأن البرودة السائدة خلال فصل الشتاء لا تكفى لتهيئتها للإزهار. ويعنى ذلك أن إنتاجها يكون بعد انتهاء موسم حصاد الصنف البلدى فيسهل تسويقها، وتزيد بذلك فترة تسويق الكرنب (مرسى والمربع ١٩٦٠).

عمليات الخدمة

تجرى لحقول الكرنب عمليات الخدمة الزراعية التالية:

الترقيع

يجرى الترقيع بعد حوالى أسبوعين من الشتل، ويكون بشتلات من نفس العمر.

العزق ومكافحة الحشائش

تعزق حقول الكرنب مرتين إلى ثلاث مرات فى مبدأ حياة النبات، بغرض التخلص من الحشائش، وفتح الخطوط، ونقل جزء من تربة الريشة البطّالة (غير المزروعة) إلى الريشة العمّالة (المزروعة) حتى تصبح النباتات فى وسط الخط. ويتوقف العزيق عند كبر النباتات فى الحجم، ويكتفى حينئذ بإزالة الحشائش باليد. ويجب أن يكون العزيق سطحيًّا لأن جذور النباتات سطحية ويضرها العزيق العميق، خاصة وأنها تنمو أفقية لمسافة كبيرة. ويفضل عدم إجراء العزيق فى الصباح الباكر لأن أوراق النباتات تكون حينئذ سهلة التقصف.

ورغم أنه لا يتوفر مبيد واحد للأعشاب الضارة يمكنه مكافحة جميع حشائش الكرنب (ومختلف الصليبيات) إلاّ أنه يمكن تحقيق مكافحة جيدة للحشائش باستعمال واحد، أو أكثر من المبيدات التالية:

١ – داكثال Dacthal (أو دى سى بى أى DCPA):

يمكن استعمال الداكثال قبل زراعة البذور وقبل إنباتها، أو بعد الشتل. وهو يفيد فى مكافحة معظم الحشائش الحولية باستثناء النجيليات، وعدد كبير من الحوليات ذات الأوراق العريضة، كما أنه قليل الفاعلية مع معظم الحشائش التابعة للعائلة الصليبية. ويبقى تأثير المبيد فى الأرض لمدة ٦–١٠ أسابيع.

٢ – بريفار Prefar (أو بنسيولايد Bensulide):

يمكن استعمال مبيد البريفار قبل زراعة البذور، أو بعد الشتل، وهو يدمص بسرعة بواسطة المادة العضوية، ولا يرشح من التربة، ويتحلل بواسطة كائنات التربة الدقيقة ببطء شديد. ويفيد المبيد فى مكافحة الكثير من حشائش الصليبيات.

٣ – تريفلان Treflan (أو ترفلورالين Trifluralin):

يضاف مبيد التريفلان قبل زراعة البذور، أو قبل الشتل على عمق ٥–٨ سم. يعاب عليه عدم فاعليته على كثير من الحشائش، وأنه يبقى فى التربة لمدة تصل إلى سنة؛ مما يؤثر على المحاصيل الحساسة له التى قد تعقب الكرنب فى نفس الحقل، مثل: السبانخ، والبنجر، والذرة.

٤ – ديفرينول Devrinol (أو نابروبامايد Napropamide):

يمكن استعمال مبيد الديفرينول عند الزراعة بالبذرة مباشرة فقط. وتكون إضافته إما قبل الزراعة، أو بعد الزراعة ولكن قبل الإنبات. ويعاب عليه عدم فاعليته على بعض الحشائش، وطول فترة بقائه فى التربة؛ مما يؤثر على المحاصيل الحساسة له التى قد تزرع فى نفس الحقل بعد ذلك (Univ. Calif. ١٩٨٧).

٥ – نترالين Nitralin:

يمكن كذلك استعمال مبيد نترالين بمعدل ١٢٥–٢٥٠ جم/فدان بإضافته إلى التربة إما قبل الشتل، وإما بعده ولكن قبل إنبات الحشائش، كما يمكن استعمال النيتروفين Nitrofin بمعدل ٢–٣ كجم للفدان بعد نجاح الشتل، وذلك بهدف مكافحة الحشائش الحولية (Klingman & Ashton ١٩٧٥).

٦ – الأسمدة الآزوتية السائلة:

يمكن استعمال السماد الآزوتى AN-20، أو ثيوكبريتات الأمونيوم، أو خليط منهما كمبيدات حشائش للكرنب وغيره من الخضر الصليبية، فى الوقت الذى يوفر فيه استعمال أى من هذين المركبين جانبًا من احتياج النباتات من النيتروجين. وأكثر الحشائش تأثرًا هى العريضة الأوراق فى المراحل المبكرة من نموها عندما لا يزيد طولها عن ٨ سم.

يحتوى السماد AN-20 على نيتروجين بنسبة ٢٠٪، ويستعمل رشًا بمعدل ٢٠٠–٢٥٠ لتر للفدان، علمًا بأن هذه الكمية تحتوى على ٤٠–٥٠ كجم N. لا يجوز الرى لمدة ٤٨ ساعة بعد المعاملة، ثم يروى الحقل بعد ذلك لتحريك النيتروجين إلى منطقة نمو الجذور.

وتحتوى ثيوكبريتات الأمونيوم ammonium thiosulfate على نيتروجين بنسبة ١٢٪، وكبريت بنسبة ٢٦٪، وتستعمل رشًا بمعدل ٢٠٠–٢٥٠ لتر للفدان كذلك، علمًا بأن هذه الكمية تحتوى على ٢٤–٣٠ كجم نيتروجين، و ٣٢–٥٠ كجم كبريت. لا يجوز الرى لمدة ٤٨ ساعة بعد المعاملة، ثم يروى الحقل بعد ذلك لتحريك السماد إلى منطقة نمو الجذور.

كما يمكن استعمال مخلوط من السمادين بنسبة ١:١ بمعدل ٢٠٠–٢٥٠ لتر للفدان كذلك، علمًا بأن هذا المخلوط يوفر ٣٢–٤٥ كجم نيتروجين، و ١٦–٢٥ كجم كبريت.

وعند استعمال أى من هذين السمادين فى مكافحة الحشائش ينبغى خصم كميات النيتروجين المضافة من كميات السماد الآزوتى المخصصة للاستعمال.

ويتطلب استعمال أى من الأسمدة الآزوتية السائلة فى مكافحة حشائش الكرنب والصليبيات الأخرى، مراعاة ما يلى:

١ – لا تستعمل أبدًا هذه الأسمدة إلاّ بعد تكوين النبات لورقتين حقيقيتين، ويفضل استعمالها فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة.

٢ – إذا ساد الجو حرارة منخفضة وسحب وأمطار لفترة، فلا تجوز المعاملة قبل مرور ٤ أيام من انتهاء تلك الفترة

٣ – يتعين التوقف عن المعاملة إن لم تلاحظ سرعة جريان قطرات محلول الرش على الأوراق وسقوطها من عليها؛ فإن عدم حدوث ذلك يعد دليلاً على عدم تواجد الشمع بالسمك الكافى على الأوراق؛ وهو ما قد يكون حالة طارئة ربما يكون مردها إلى سرعة النمو أو إلى كثرة السحب أو الأمطار.

٤ – لا تجوز المعاملة قبل مرور ٤ أيام من الرش بأى مبيد فطرى أو حشرى.

٥ – لا يجوز خلط السماد المستعمل فى الرش بأى مادة ناشرة.

٦ – تستعمل "بشابير" (أو بزابيز) رش ذات فتحات واسعة لتجنب تكوين قطرات دقيقة جدًا يمكن أن تصل إلى القمة النامية للنباتات.

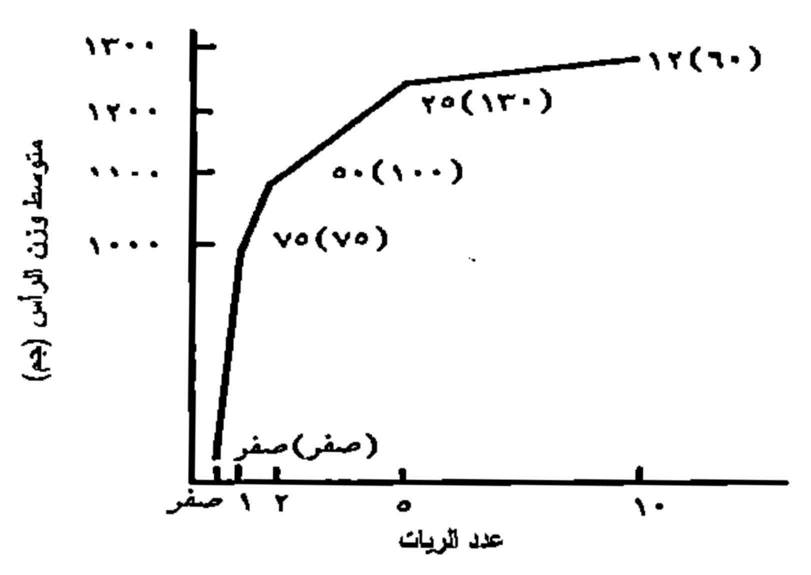
٧ – يفضل توجيه محلول الرش نحو قاعدة نباتات المحصول المزروع، وأن يكون الرش على مستوى منخفض، مع استعمال واقيات للمحصول عند الرش إن لم يتعارض ذلك مع التغطية الكاملة للحشائش بمحلول الرش.

ولمزيد من التفاصيل عن حشائش الكرنب – والصليبيات الأخرى – ومكافحتها .. يراجع .Univ. Calif (١٩٨٧).

الرى

يتم شتل الكرنب فى وجود الماء، ثم يروى الحقل بعد يومين من الشتل خاصة فى الجو الحار، ثم كل ٤–٥ أيام حتى بداية تكوين الرؤوس، وكل ٧–١٠ أيام بعد ذلك حتى قبل الحصاد بنحو أسبوعين، حيث يوقف الرى تجنبًا لتفلق (انفجار) الرؤوس. ويمكن أن تقل الفترة بين الريّات أو تزيد عن ذلك تبعًا لطبيعة التربة، والظروف الجوية.

وترجع أهمية الرى المنتظم إلى أن جذور الكرنب سطحية. ويزيد حجم الرأس مع زيادة عدد الريات كما هو مبين فى شكل (٢–١). ويؤدى عدم انتظام الرى، أو الرى الغزير بعد تكون الرؤوس إلى تفلقها، ورقاد النباتات.



شكل (٢–١): تأثير عدد الريات على متوسط وزن رأس الكرنب. تمثل الأرقام المبينة عند كل نقطة على الشكل مستوى النقص الرطوبى soil moisture deficit بالمليمتر قبل الرى مباشرة، وكمية ماء الرى الكلية خلال الموسم بين قوسين (عن Winter ١٩٧٤).

هذا .. ويعد الكرنب من المحاصيل المتوسط الحساسية للشدّ الرطوبى، وخاصة خلال مرحلة تكوين الرؤوس، وبالذات خلال الثلاثة أو الأربعة أسابيع السابقة للحصاد.

وقد أعطى الرى كلما ازداد الشد الرطوبى إلى ٢٥ كيلو باسكال عند عمق ١٠ سم محصولاً أعلى عما لو تأخر الرى لحين وصول الشدّ الرطوبى على هذا العمق إلى ٥٠ أو ٧٥ كيلو باسكال (Smittle وآخرون ١٩٩٤). كذلك وجدت زيادة معنوية فى وزن رؤوس الكرنب وأقطارها وعدد أوراقها بزيادة معدل الرى اليومى من ٣ إلى ٦ ملليمترات (١ ملليمتر ماء = ١٠م^{3} للهكتار = ٤,٢م^{3} للفدان) (Rahman وآخرون ١٩٩٤).

التسميد

يعتبر الكرنب من الخضر المجهدة للتربة لأنه يمتص كميات كبيرة من العناصر الغذائية، خاصة من الآزوت والبوتاسيوم. كما أنه لا يضيف كثيرًا من المادة العضوية للتربة، نظرًا لأن الجزء الأكبر من المادة العضوية المصنعة تشكل المحصول الذى يتم حصاده.

التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يفيد تحليل العرق الوسطى للأوراق الخارجية المغلّفة للرأس عند بداية تكوين الرؤوس فى تحديد مدى حاجة النبات للأسمدة، حيث تكون مستويات العناصر الأولية فى هذه المرحلة من النمو كما يلى – على التوالى – بالنسبة لمستويى النقص، والكفاية: النيتروجين (NO_3) ٥٠٠٠، و ٩٠٠٠ جزء فى المليون؛ الفوسفور (PO_4) ١٥٠٠، و ٢٥٠٠ جزء فى المليون، البوتاسيوم ٢٪، و ٤٪.

التعرف على الحاجة للتسميد من أعراض نقص العناصر

إن من أبرز أعراض نقص العناصر فى الكرنب، ما يلى:

١ – النيتروجين:

يظهر اصفرار متجانس يشمل كل نصل الورقة، يبدأ ظهوره فى الأوراق السفلى، وتزداد شدته بزيادة شدة نقص العنصر.

٢ – الفوسفور:

يصاحب نقص الفوسفور ظهور لون أحمر ضارب إلى البنفسجى على العروق بالسطح السفلى للأوراق السفلى بالنبات.

٣ – البوتاسيوم:

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى اكتساب حواف الأوراق لونًا برونزيًّا، ويتقدم هذا التلون نحو مركز الورقة تدريجيًّا فى الوقت الذى تتحول فيه الحواف إلى اللون البنى، ويعقب ذلك جفاف الحواف وظهور بقع بنية فى مركز الورقة.

٤ – المغنيسيوم:

تظهر المراحل المبكرة لنقص المغنيسيوم فى الكرنب على صورة اصفرار، وتبرقش، وتجعد بالأوراق السفلى للنبات، ومع استمرار نقص العنصر تزداد شدة التبرقش، ثم يتحول لون المساحات الصفراء إلى اللون الأبيض، أو البرونزى، أو الأصفر الشاحب جدًّا، أو البنى، وخاصة عند حواف الورقة وفى منتصفها، وغالبًا ما تتحلل هذه المساحات المتغيرة اللون وتسقط.

٥ – الكبريت:

بدأت أعراض نقص الكبريت فى الظهور على نباتات الكيل بعد أسبوع واحد من حرمانها من الكبريت فى المزارع المائية، وكانت الأعراض هى اصفرار الأوراق، وبطء النمو بشدة، مع زيادة فى محتوى النموات الخضرية من المادة الجافة. وقد سبق ظهور تلك الأعراض نقص كبير فى محتوى النموات الخضرية والجذور من الكبريتات والثيول thiol، وكان لنقص الكبريت تأثيرًا سلبيًّا حاسمًا على امتصاص النترات وتمثيلها فى النبات .. وصاحب نقص الكبريت تراكمًا للنترات والأحماض الأمينية الحرة، مع فقد فى البروتينات الذائبة، ويبدو أن عدم توفر الأحماض الأمينية التى تحتوى على الكبريت – آنذاك – كان هو العامل المحدد لتمثيل البروتين. وقد كانت نسبة الأحماض الأمينية إلى الثيول دليلاً حسّاسًا لتقييم حالة الكبريت فى النسيج النباتى (Stuiver وآخرون ١٩٩٧).

٦ – البورون:

من أبرز أعراض نقص البورون فى الكرنب ظهور مناطق مائية على ساق النبات عند قاعدة الرأس، وعادة ما تجف هذه المساحات وتصبح فارغة.

٧ – الموليبدنم:

من أهم أعراض نقص الموليبدنم التفاف حواف الأوراق الصغيرة إلى أعلى مما يجعلها تأخذ شكلاً فنجانيًا، ويكون ذلك مصاحبًا ببعض الاصفرار فيما بين العروق. ومع نمو الورقة، يحدث التواء بالعرق الوسطى، وتنمو أنسجة النصل بطريقة غير منتظمة. وتظهر هذه الأعراض بوضوح في القنبيط معطية الحالة الفسيولوجية المعروفة باسم طرف السوط Whiptail (Purvis & Carolous ١٩٦٤).

الاحتياجات السمادية

يستفيد الكرنب من الأسمدة العضوية لأنها تعمل على تيّسر الآزوت بصورة تدريجية خلال موسم النمو، وهو مالا يتحقق في حالة إضافة الأسمدة الآزوتية الكيميائية مرة واحدة قبل الزراعة. ويعتبر الكرنب من الخضر التي تستفيد من إضافة جزء من الأسمدة الكيميائية – نثرًا – قبل الزراعة لأن مجموعه الجذري سطحي وكثيف.

وقد تراوحت تقديرات الأسمدة للفدان الواحد من الكرنب من ٣٥–٩٠ كجم N، و ٤٠–١٠٠ كجم P_2O_5، و ٢٠–١٠٠ كجم K_2O في مختلف أنواع الأراضي بالولايات المتحدة الأمريكية (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ويبلغ الحد الأقصى لاحتياجات الكرنب من النيتروجين حوالي ٤٠٠ كجم للهكتار (١٦٨ كجم للفدان). ومع زيادة كمية النيتروجين المضافة يقل تركيز المادة الجافة في الرؤوس. ويتراوح دليل حصاد النيتروجين Nitrogen Harvest Index (وهو عبارة عن كمية النيتروجين الممتصة من التربة التي تصل إلى الجزء الذي يسوق من النبات كنسبة مئوية من الكمية الكلية الممتصة من العنصر عند الحصاد) بين ٥٤٪، و ٦٠٪، وهو لا يتأثر بمعدل التسميد الآزوتي أو طريقة إضافته. وقد قدر المستوى المثالي للتسميد بالنيتروجين في إحدى الدراسات بحوالي ٣٣٠ كجم N للهكتار (١٣٩ كجم N للفدان)، وقدرت كمية النيتروجين المتخلفة في بقايا النباتات في التربة عند الحصاد في هذه الحالة بحوالي ١١٣ كجم للهكتار (٤٧,٥ كجم N للفدان) (Everaarts & Booij ٢٠٠٠).

هذا إلاّ أنه لا يوصى بالتسميد الآزوتي عندما يزيد مستوى النيتروجين النتراتي في

التربة – فى موقع الزراعة – عن ٢٠–٣٠ جزءًا فى المليون، وهو أمر يتعين أخذه فى الحسبان إذا ما كان المحصول السابق للكرنب فى الدورة محصول بقولى، أو أنه قد سُمِّدَ بكميات كبيرة من الأسمدة العضوية (عن Heckman وآخرين ٢٠٠٢).

وفى دراسة حول جدوى تقدير النترات فى موقع الزراعة لتحديد مدى الحاجة إلى التسميد الآزوتى وجد أن تركيزًا للنيتروجين النتراتى فى التربة قدره ٢٤ جزءًا فى المليون – أو أعلى من ذلك – أعطى محصولاً نسبيًا يزيد عن ٩٢٪ دونما تسميد إضافى. وكانت هذه الطريقة ناجحة – فى تحديد مدى الحاجة إلى مزيد من التسميد الآزوتى – بنسبة ٨٤٪. وعندما كانت مستويات النيتروجين النتراتى فى موقع الزراعة – قبل الزراعة – أقل من ٢٤ جزءًا فى المليون، أفاد التحليل فى تحديد كميات النيتروجين التى لزمت إضافتها أثناء النمو (Heckman وآخرون ٢٠٠٢).

برامج التسميد

أولاً: فى الأراضى الثقيلة:

يوصى فى الأراضى الثقيلة بتسميد الكرنب بنحو ٢٠م٣ من السماد البلدى للفدان، تضاف قبل الحرثة الأخيرة، مع استعمال الأسمدة الكيميائية بواقع ٨٠ كجم N، و ٤٥ كجم P_2O_5، و ٥٠ كجم K_2O للفدان، تضاف على ثلاث دفعات، كما يلى:

١ – مع السماد العضوى أثناء خدمة الأرض للزراعة، حيث يضاف ٢٠ كجم نيتروجين (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و ٢٢,٥ كجم P_2O_5 (١٥٠ كجم سوبر فوسفات).

٢ – بعد ثلاثة أسابيع من الشتل، حيث يضاف تكبيشًا بمعدل ٣٠ كجم نيتروجين (١٥٠ كجم سلفات نشادر)، و ٢٢,٥ كجم P_2O_5 (١٥٠ كجم سوبر فوسفات)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان.

٣ – بعد ثلاثة أسابيع أخرى، حيث يضاف سرًا بمعدل ٣٠ كجم نيتروجين (١٠٠ كجم نترات نشادر)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان).

وتجب عدم زيادة معدلات التسميد عن ذلك، أو التأخير فى إضافة الأسمدة حتى لا تتفلق الرؤوس.

وينصح عند نقص المغنيسيوم بأن تتم إضافته مع الأسمدة الأخرى بمعدل ١٠٠ كجم كبريتات مغنيسيوم للفدان. ونظرًا لاحتياج الكرنب – وكذلك الصليبيات الأخرى – لكميات كبيرة من عنصر البورون؛ لذا .. يوصى فى حالة نقصه بإجراء التسميد بالبوراكس بمعل ١٠ كجم للفدان.

ثانيًا: فى الأراضى الخفيفة والرملية:

يوصى فى الأراضى الخفيفة والرملية بتسميد الكرنب بمعدل ٢٠–٢٥م[٣] من السماد العضوى للفدان توضع فى باطن الخط قبل الزراعة، ويضاف معها ٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و ٣٠ كجم P_2O_5 (٢٠٠ كجم سوبر فوسفات)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم)، و ٥٠ كجم كبريت زراعى.

ويستمر برنامج التسميد بعد الزراعة باستعمال ٨٠ كجم N (يفضل أن يكون على صورة نترات نشادر)، و ١٥ كجم P_2O_5 (على صورة سوبر فوسفات عندما يكون الرى سطحيًّا، أو حامض فوسفوريك عندما يكون الرى بالتنقيط)، و ٥٠ كجم K_2O (على صورة سلفات بوتاسيوم أو بوتاسيوم ذائب عند الضرورة فى حالة الرى بالتنقيط أو بالرش)، و ٥ كجم MgO (على صورة سلفات مغنيسيوم).

وتكون إضافة هذه الأسمدة على النحو التالى:

أ – فى الأراضى الخفيفة عند الرى بالغمر:

تضاف الأسمدة سرًّا أو تكبيشًا على ٥ دفعات ابتداء من بعد الشتل بأسبوعين، ثم كل أسبوعين بعد ذلك مع مراعاة ما يلى:

ب – استكمال إضافة السماد الفوسفاتى فى الدفعتين الأولى والثانية من التسميد.

جـ – يبلغ أقصى معدل للتسميد الآزوتى بعد ٦ أسابيع من الشتل، مع خفض الكميات المضافة منه – فى الدفعات الأخرى – قبل هذا الموعد وبعده بصورة تدريجية.

جـ – يبلغ أقصى معدل للتسميد البوتاسى بعد ٨ أسابيع من الشتل، مع خفض الكميات المضافة منه – فى الدفعات الأخرى – قبل حذا الموعد وبعده بصورة تدريجية.

د – يضاف المغنيسيوم بكميات متساوية فى الدفعات الثالثة إلى الخامسة.

٢ – فى الأراضى الرملية مع الرى بالتنقيط:

تضاف الأسمدة مع مياه الرى بالتنقيط على ٣–٥ دفعات أسبوعية ابتداء من بعد الشتل بأسبوع واحد، وذلك على النحو التالى:

أ – يضاف الفوسفور والمغنيسيوم بكميات أسبوعية متساوية حتى قبل الحصاد بثلاثة أسابيع.

ب – يبلغ أقصى معدل للتسميد الآزوتى خلال الأسبوع السادس بعد الشتل، وتقل الكميات المضافة منه – فى الأسابيع الأخرى – قبل هذا الموعد وبعده بصورة تدريجية، على أن يتوقف التسميد بالنيتروجين قبل الحصاد بأسبوعين.

جـ – يبلغ أقصى معدل للتسميد البوتاسى خلال الأسبوع الثامن بعد الشتل، وتقل الكميات المضافة منه – فى الأسابيع الأخرى – قبل هذا الموعد وبعده بصورة تدريجية، على أن يتوقف التسميد بالبوتاسيوم قبل الحصاد بأسبوع.

٣ – فى الأراضى الخفيفة والرملية عند الرى بالرش:

تضاف الأسمدة الآزوتية، والبوتاسية، والمغنيسيومية مع مياه الرى بالرش على دفعات أسبوعية يراعى فيها ما سبق بيانه أعلاه تحت الرى بالتنقيط، أما الأسمدة الفوسفاتية فإنها تضاف كلها (٣٠٠ كجم سوبر فوسفات) مع السماد العضوى فى باطن الخط قبل الزراعة.

وفى جميع الحالات يحتاج الكرنب إلى التسميد بنحو ٠,٥ كجم من مخلوط العناصر الدقيقة المخلبية بعد ثلاثة أسابيع من الشتل، ثم كل ثلاثة أسابيع بعد ذلك. وتفضل إضافة هذه الأسمدة مع مياه الرى نظرًا لصعوبة احتفاظ أوراق الكرنب – التى تكون مغطاة بطبقة شمعية سمكية – بمحلول السماد فى حالة إضافته رشًا.

الحصاد والتخزين والتصدير

النضج والحصاد

يحصد الكرنب بمجرد وصوله إلى الحجم الذى يصلح معه للتسويق، عندما تكون الأسعار مرتفعة فى بداية الموسم. وتكون الرؤوس فى هذه الحالة صغيرة، ولم تصل بعد إلى أقصى نمو لها. أما بعد ذلك .. فإن الحصاد يؤخر لحين اكتمال تكون الرؤوس.

ويكمل الكرنب نموه عادة بعد ٢,٥-٣,٠ شهور من الشتل فى الأصناف الأجنبية، وبعد ٤ أشهر من الشتل فى الصنف البلدى. ويمتد موسم الحصاد لمدة شهر إلى شهرين.

وأهم علامات اكتمال النمو، هى: اكتمال نمو الرؤوس وصلابتها، كما تبدو الأوراق المغلفة للرأس مشدودة، ولامعة. ويمكن الاعتماد على هذه الصفة بدلا من الضغط على الرؤوس باليد للتعرف على صلابتها؛ لأن ذلك يؤدى إلى تلفها. ويؤدى تأخير الحصاد بعد اكتمال تكوين الرؤوس إلى تفلقها.

وبينما يمكن حصاد حقول الكرنب المعدة للتصنيع آليًّا، فإن كل حقول الكرنب المعدة للاستهلاك الطازج تحصد يدويًّا.

يجرى الحصاد اليدوى بسكين حاد، أو بالمنقرة، وتحصد الرؤوس بجزء صغير من ساق النبات ويجب الإبقاء على ورقتين أو ثلاث من الأوراق المغلفة للرأس Wrapper Leaves عند الحصاد إلاّ إذا كانت بها آثار إصابات حشرية؛ فإنها عندئذ تزال.

التدريج

قد يدرج الكرنب بعد الحصاد إلى رتب خاصة، ويراجع لذلك OECD (١٩٧١) بالنسبة للرتب الدولية، و Seelig (١٩٦٩) بالنسبة للرتب المستخدمة فى الولايات المتحدة، وموضوع التصدير فى هذا الفصل بالنسبة للرتب المستخدمة فى السوق الأوربية.

التخزين البارد فى الجو (الهواء) الطبيعى

لا تخزن إلاّ الرؤوس الصلبة المندمجة السليمة الخالية من الأضرار الميكانيكية، والإصابات المرضية، والحشرية ويتم قبل التخزين نزع الأوراق الصفراء، والأوراق السائبة، ويكتفى بورقتين أو ثلاث فقط من الأوراق المغلفة للرأس. ويفيد التخلص من باقى الأوراق فى تحسين التهوية بين الرؤوس عند التخزين. ويلزم تكرار عملية تقليم الرؤوس مرة أخرى، والتخلص من الأوراق الخارجية الذابلة بعد انتهاء فترة التخزين.

وتفقد أوراق الكرنب رطوبتها سريعًا عندما تكون الرطوبة النسبية فى هواء المخزن منخفضة. كما أن الكرنب المخزن على الصفر المئوى يكون أقل تعرضًا للإصابة بالأعفان

عندما تكون الرطوبة النسبية قريبة من التشبع (٩٨-١٠٠٪) عما يكون عليه الحال فى رطوبة نسبية ٩٠-٩٥٪.

وأفضل الظروف لتخزين الكرنب، هى: درجة الصفر إلى ٢°م، مع رطوبة نسبية من ٩٨-١٠٠٪، وهى ضرورية لمنع ذبول أوراق النبات. كما يلزم الاهتمام بالتهوية. ويمكن أن تحتفظ رؤوس الكرنب بجودتها تحت هذه الظروف لمدة تتراوح من ٣-٦ أسابيع فى الأصناف المبكرة، ومن ٥-٦ أشهر في الأصناف المتأخرة الأكثر صلاحية للتخزين.

وعلى الرغم من أن موعد الحصاد كان له تأثير كبير على المحتوى الكربوهيدراتى لرؤوس الكرنب، وأن التسميد الآزوتي المتأخر قلل محتواها من المادة الجافة، فإن أى من العاملين لم يكن مؤثرًا فى قدرة رؤوس الكرنب على التخزين فى حرارة صفر إلى ١°م ورطوبة نسبية ٩٥-٩٨٪ (Nilsson ١٩٩٣).

ويجب أن يكون تخزين الكرنب بعيدًا عن الثمار المنتجة للإثيلين، إذا إن تعرض الكرنب لتركيز ١٠-١٠٠ جزء في المليون من الإثيلين يؤدى إلى انفصال الأوراق وفقدان اللون فى خلال خمسة أسابيع.

وأكثر إصابات الأعفان شيوعًا فى الكرنب المخزن، هى: العفن الطرى المائى، والعفن الطرى البكتيرى، والعفن الرمادى، وتبقع أوراق ألترناريا.

وتتجمد أنسجة الكرنب على درجة حرارة -٥°م أو أقل قليلاً، ولا تحدث بها أضرار إذا تعرضت لهذه الدرجة لفترة قصيرة. إلاّ أن التجمد الشديد يحدث بها أضرارًا كثيرة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

التخزين فى الجو (الهواء) المتحكم فى مكوناته

يخزن الكرنب تجاريًّا فى الهواء المتحكم فى مكوناته controlled atmosphere (اختصارًا: CA)، ولكن بصورة أساسية لأجل السلطات (coleslaw)، والتصنيع (sauerkraut)، منه لأجل الاستهلاك الطازج.

ومن أهم مزايا التخزين في الجو المتحكم فى مكوناته تقليل الفقد فى الوزن قليلاً، وتأخير ظهور أعراض الشيخوخة، مثل: الاصفرار، وصلابة الأوراق، وفقدها لطعمها الجيد، وتقليل الفقد الناتج عن عملية تشذيب (تقليم) الرؤوس بعد انتهاء التخزين.

ويمكن زيادة فترة تخزين الكرنب بمقدار عدة شهور إذا كان التخزين فى هواء يحتوى على ٥٪ أكسيجن، و ٢,٥-٥٪ ثانى أكسيد الكربون.

وإذا ما انخفضت نسبة الأكسجين إلى الصفر، أو إذا ما ارتفعت نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٥٪ أو أعلى من ذلك لمدة شهر أو أطول من ذلك فإن لون الأوراق الداخلية لرؤوس الكرنب يتغير بالرغم من بقاء الأوراق الخارجية طبيعية المظهر. وأدى تركيز ١٪ إلى ٢,٥٪ أكسجين +٥,٥٪ ثانى أكسيد الكربون إلى تأخير مظاهر الشيخوخة وتثبيط الإصابة بمرض التبقع البكتيرى المعروف باسم pepper spot وبزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٪ حدث نقص فى الإصابة بالأعفان حتى عندما كانت الرطوبة النسبية قريبة من درجة التشبع شريطة خفض درجة حرارة التخزين إلى الصفر المئوى (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

ويوصى بعد انخفاض تركيز الأكسجين فى هواء المخزن عن ٢,٥٪، وإلاّ أثر ذلك سلبيًا على طعم الكرنب ونكهته، وعلى قدرة المحصول على تحمل أضرار التجمد (عن Lougheed ١٩٨٧).

ومن المعروف أن تخزين البروكولى فى هواء يحتوى على أكثر من ١٠٪ ثانى أكسيد كربون، وأقل من ٠,٥٪ أكسجين يؤدى إلى ظهور رائحة غير مقبولة ترجع أساسًا إلى إنتاج المركب ميثان ثيول methanethiol (اختصارًا: MT) تحت هذه الظروف، كما أن المركبين دايمثيل داى سلفايد dimethyl disulfide (اختصارًا: DMDS)، وداى مثيل تراى سلفايد dimethyl trisulfide (اختصارًا: DMTS) يمكن أن يسهما فى تلك الرائحة المنفرة. وقد وجد Forney & Jordan (١٩٩٩) أن الأنسجة الخضراء من مختلف الصليبيات – بما فى ذلك الكرنب – كانت أكثر إنتاجًا للمركب MT عن الأنسجة غير الخضراء، وأن الكرنب الأخضر أنتج أعلى تركيز من المركب DMDS، وتلاه الكرنب المجعد، ثم رؤوس البروكولى. وبينما كان إنتاج المركب DMTS مماثلاً لإنتاج الـ MT، فإن إنتاج المركب DMDS لم يكن مرتبطًا بدرجة عالية مع إنتاج الـ MT.

وقد وجد أن التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته CA لم يقلل من إصابة الكرنب بالفطر *Botrytis cinerea* مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى، إلاّ أن التغليف بأغشية

البولى فينيل كلورايد PVC والـ CA قلّلا الإصابة بتبقع الأوراق البكتيرى المعـروف باسـم pepper spot بأكثر من ٥٠٪ مقارنة بـالتخزين فـى الهـواء، وقـد تم التخلـص مـن هـذا المرض كليـة بزيـادة نسـبة ثـانى أكسـيد الكربـون إلى ١٠٪. وقـد ظـهرت أضـرار نقـص الأكسجين بنسـبة ٣٣٪، و ٥٠٪ بعد التخزين لمدة ٨٩، و ١٠٩ أيام – على التوالى – فى CA يحتوى على ١٪ أكسجين، و ١٪ ثانى أكسيد كربون. وقد قلل الــ CA والــ PVC الفقد فى الوزن إلى ١٪، مقارنة بفقد وصل إلى ١١٪ فى الهواء، ظهر معه ذبولاً بالأوراق. وأدى CA يحتوى على ٣٪ أكـسجين، و ٥٪ ثانى أكسيد كربون مع غشاء الــ PVC إلى تأخير الإصفرار مقارنة بالتخزين فى الهواء. وأدت تركيزات ١–٣٪ أكسـجين مـع ١٠٪ ثانى أكسيد كربون إلى إنتاج رائحة وطعم غير مقبولين بعد ٧٤ يومًا من التخزيـن، وكـان ذلك مصاحبًا بزيادة كبيرة فى تركيز الكحـول الإثيلـى. وقـد كـان أفضـل تركيـب لهـواء التخزين هو ٣٪ أكسجين مع ٥٪ ثانى أكسيد كربون، إلاّ أن الإصابة بالفطر *B. cinerea* كانت عائقا امام إطالة فترة التخزين (Menniti وآخرون ١٩٩٧).

المكافحة الحيوية للأعفان أثناء التخزين

أمكن تقليل الفقد فى الكرنب أثناء التخزين بمعاملته بعد الحصـاد بـأى مـن الأنـواع البكتيريـــة *Pseudomomonas fluorescens* (ســلالة CL42 أو CL66 أو Cl82)، أو *Serratia plymuthica* (سـلالة CL43)، أو *S. liquefaciens* (سـلالة CL80)، وكـانت CL80، و CL82 أكثر السـلالات فاعلية، وخاصة الأخيرة التى تساوت فى فاعليتها فـى تقليل الإصابة بالأعفان مع فاعلية المعاملة بالمبيدات الفطريـة. وتحـت ظـروف التخزيـن المبرد التجارى كانت CL42 أكثر السـلالات فاعلية فى مقاومة الأعفان (Stanley وآخرون ١٩٩٤).

تأثير التجريح والفـرم (التحضير للاستهلاك partial processing) على المحتوى الكيميائى

أدى تجريح رؤوس الكرنب بإسقاطها خمس مرات من ارتفاع متر إلى تقليـل محتواهـا من حامض الأسكوربيك.

وأدى فرم الكرنب إلى زيـادة محتـواه مـن مركبـات الثيوسـيانات (Wojciechowska

وآخرون ١٩٩٩). كما أدى فرم الكرنب بعد تخزينه لفترة قصيرة إلى زيادة محتواه من المركبات الفينولية، وأدى تجريحه إلى زيادة محتواه من البرولين الحر، كذلك ازداد نشاط إنزيم البيروكسيديز بشدة بكل من الفرم والتجريح (Leja وآخرون ١٩٩٩).

وازداد التغير فى لون الكرنب المفروم بزيادة نشاط كلا من الـ catechol oxidase، والـ phenylalanine ammonia lyase، والمحتوى الكلى من الفينولات، وذلك بعد ٢٤ ساعة على حرارة الغرفة، فى الوقت الذى قلت فيه التغيرات اللونية بزيادة محتوى الكرنب من الـ allylisothiocyanate. هذا ولم يوجد ارتباط بين التغير اللونى وأى من معدل التنفس أو معدل إنتاج الإثيلين. وقد حدث أكبر تغير لونى عند تعبئة الكرنب المفروم فى أكياس من البوليثيلين، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى نشاط كلا من الإنزيمين catechol oxidase، و phenylalanine ammonia lyase (Shyr وآخرون ١٩٩٩أ).

وجدير بالذكر أن معاملة الكرنب المفروم بالأليل أيزوسيانات allylisothiocyanate (بالتخلل infiltration تحت تفريغ أو بالتبخين) بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون أدى إلى خفض الزيادة فى تلون الكرنب المفروم بنسبة ٥٠٪، وخفض نشاط إنزيم catechol oxidase بنسبة ٨٧٪، ونشاط إنزيم phenylalanine ammonia lyase بنسبة ٦٤٪، ومنع تراكم الفينولات بعد ٢٤ ساعة. كذلك قللت المعاملة التلون البنى الإنزيمى للكرنب المفروم (Shyr وآخرون ١٩٩٩ب)

التصدير

يجب أن تكون رؤوس الكرنب المعدة للتصدير إلى السوق الأوروبية سليمة، وطازجة المظهر، وغير منشقة، وغير مصابة بالأعفان، ولا يظهر عليها أى تدهور، وخالية من الجروح والأضرار ومن الحشرات والمتطفلات، ومن أضرار الصقيع، ونظيفة، وخالية من أى مواد غريبة، وخالية من الرطوبة الخارجية غير العادية، وخالية من أى طعم أو روائح غير مرغوب فيها.

ويجب أن تكون ساق الرأس مقطوعة أسفل مستوى الأوراق الخارجية مباشرة، وأن تبقى الأوراق ثابتة فى مكانها، وأن يكون مكان قطع الساق نظيفًا.

ويجب أن تكون الرؤوس بحالة تسمح بتحمل النقل والتداول وأن تصل إلى الأسواق المستوردة بحالة مرضية.

وتقسم عادة رؤوس الكرنب على درجتين: الأولى والثانية.

يجب أن تكون رؤوس الدرجة الأولى مرضية من كافة الوجوه ومندمجة تمامًا، ولكن يسمح فيها بوجود بعض الشقوق والجروح البسيطة بالأوراق الخارجية، وأن يكون تقليمها فى أضيق الحدود.

أما رؤوس الدرجة الثانية فإنها تتشابه فى مواصفاتها مع رؤوس الدرجة الأولى، ولكن يسمح فيها بأن تكون الرؤوس أقل اندماجًا، وبدرجة أكبر قليلاً من الشقوق والجروح بالأوراق الخارجية، التى يسمح فيها - كذلك - بدرجة أكبر من التقليم.

وفى كل الحالات يجب ألاّ يقل وزن الرأس عن ٣٥٠ جم.

ويمكن تدريج الرؤوس على أساس الوزن الصافى للرأس، ويعد التدريج إجباريًا عند عرض الكرنب فى العبوات، حيث يجب ألا يزيد وزن أكبر الرؤوس عن ضعف وزن أصغر الرؤوس فى العبوة الواحدة. وعندما لا يقل وزن أكبر الرؤوس فى العبوة عن كيلو جرامين فإن الفرق الذى يسمح به بين أكبر وأصغر الرؤوس فى العبوة الواحدة يصل إلى كيلو جرام واحد.

ويسمح بتجاوز شروط الجودة فى كل درجة بنسبة ١٠٪ بالعدد أو بالوزن، ولكن يجب أن تنطبق مواصفات الدرجة الثانية على الرؤوس المخالفة المسموح بها فى الدرجة الأولى، وألاّ تكون الرؤوس المخالفة المسموح بها فى الدرجة الثانية مصابة بالأعفان أو متدهورة إلى درجة تجعلها غير صالحة للاستهلاك.

كما يسمح كذلك بتجاوز شروط الحجم فى كل درجة بنسبة ١٠٪ بالعدد أو بالوزن فيما يتعلق بالتجانس فى الحجم وفى الحد الأدنى للوزن، ولكن على ألاّ يقل وزن أى رأس عن ٣٠٠ جم.



الفصل الثالث

فسيولوجى الكرنب

التأثير الفسيولوجى للحرارة العالية

أدت الحرارة العالية (٣٢°م نهارًا مع ٢٩°م ليلاً) إلى نقص طول أوراق الكرنب مع زيادة أعدادها، كما أدت – مقارنة بالحرارة الأقل (٢٤°م ليلاً ونهارًا أو ٢٤°م ليلاً مع ٢٧°م نهارًا) – إلى زيادة كثافة طبقة البللورات الشمعية على بشرة أوراق أحد الأصناف المتحملة للحرارة العالية (Sousyu) مقارنة بصنف آخر أكثر حساسية للحرارة العالية (Kinsyun)، فى الوقت الذى لم تظهر فيه تلك الاختلافات فى درجات الحرارة الأقل (Welker & Furuya ١٩٩٥).

كما أثر تعريض نباتات الكرنب والكرنب الصينى للحرارة العالية على محتوى النباتات من البرولين؛ ففى حرارة ٢٥، و ٣٥°م كان محتوى السيقان والبراعم الزهرية من البرولين أعلى من محتوى الأوراق، ولكن المحتوى انخفض بشدة فى ٣٥°م مقارنة بحرارة ٢٥°م، كما وجد ارتباط سالب بين حيوية حبوب اللقاح ومعدل انخفاض محتوى البرولين فى البراعم الزهرية (Hossain وآخرون ١٩٩٥).

وتتباين أصناف الكرنب فى قدرتها على تحمل الحرارة الشديدة الارتفاع (٥٠°م)، ولكنها تزداد قدرة على تحمل تلك الحرارة عند أقلمتها مسبقًا على حرارة ٣٠–٣٥°م. وترتبط القدرة على تحمل الحرارة العالية بزيادة الثبات الحرارى للأغشية الخلوية، وفلورة الكلورفيل chlorophyl fluorescence، ومعدل البناء الضوئى (Chauhan & Senboku ١٩٩٦)، كما وجد أن القدرة على تحمل الحرارة العالية (٣٠°م ليلاً مع ٣٥°م نهارًا) فى كل من: الكرنب، والبروكولى، والكيل الصينى، والكرنب الصينى يعتمد – كذلك – على خاصيتى الثبات الحرارى للأغشية الخلوية وفلورة الكلورفيل، وتراكم البرولين فى أوراق هذه النباتات لدى تعرضها لتلك الحرارة العالية، ربما كميكانيكية للحد من الإجهاد الحرارى (Takeda وآخرون ١٩٩٩).

تكوين الرأس

إن تكوين رأس الكرنب يتطلب أن يكون نمو الساق بطيئًا خلال مرحلة تكوين الرأس. ومع بداية تلك المرحلة تصبح الأوراق أعرض وجالسة (خالية من العنق) وتأخذ وضعًا قائمًا. ويؤدى التفاف حواف الأوراق إلى أعلى مع توجهها إلى أعلى إلى تكوين الرأس فى نهاية الأمر. ويستمر تكوين الأوراق بمعدل عالٍ على الرغم من ازدياد إحاطتها بالأوراق التى سبق تكوينها وتدريجيًا .. تزداد الرؤوس فى الحجم والصلابة إلى أن تصل إلى الكثافة المناسبة للحصاد. ويتحدد حجم الرأس أساسًا بكل من الصنف، ومسافة الزراعة، ومدى توافر الظروف المناسبة للنمو الجيد من رطوبة أرضية، وحرارة، وعناصر مغذية ... إلخ.

ويمكن التنبؤ بموعد اكتمال تكوين الرؤوس من نسبة الطول إلى العرض فى الأوراق السابعة إلى الثانية عشر فى النباتات الصغيرة. فالأصناف ذات الأوراق العريضة نسبيًا تكون أبكر نسبيًا فى تكوين الرؤوس مقارنة بالأصناف ذات الأوراق الأضيق. ويعد تكوين الأوراق العريضة ضروريًا لتكوين الرأس

ويكتمل تكوين رأس الكرنب ببلوغها الصلابة أو الكثافة المناسبة للحصاد. وإذا لم تحصد الرأس فى الوقت المناسب فإن استمرار تكوين الأوراق الجديدة الداخلية يؤدى إلى تفلق الرأس. ويتبع ذلك استطالة الساق حتى ولو لم يكن النبات قد حصل على قدر كاف من الحرارة المنخفضة لأجل تهيئته للإزهار. وعندما يُسمح لنباتات الكرنب بالنمو فى ظروف غير مهيئة للإزهار فإنها تنمو فى دورات تستطيل فى كل منها ساق النبات ثم تنتهى برأس، ثم تنفلق الرأس قبل أن تنمو الساق مرة أخرى. وفى إحدى الدراسات التى استمرت لمدة عامين على حرارة ١٩°م كون نبات الكرنب أربعة رؤوس.

وقد أنتخبت أصناف من الكرنب أقل ميلاً إلى التفلق، ويمكنها البقاء بحالة جيدة لفترة أطول قبل حصادها

وقد قدرت نسبة الغذاء المجهز التى تخزن برؤوس الكرنب بنحو ٤٠ ٪ مما يتم تمثيله أثناء تكوين الرؤوس (عن Wein & Wurr ١٩٩٧).

الإزهار، والإزهار المبكر

الإزهار المبكر Premature Seeding هو اتجاه النباتات نحو الإزهار Flowering قبل أن تكون رؤوسا اقتصادية، بينما يكون الإزهار المرغوب عند إنتاج البذور. ويرتبط إزهار الكرنب بتعرض النباتات لدرجات حرارة منخفضة لفترة كافية لتهيئتها للإزهار (وهو ما يعرف بالارتباع Vernalization)، ثم لدرجات حرارة مرتفعة نسبيًّا لاستطالة الشماريخ الزهرية. وقد اكتشفت هذه العلاقة بواسطة كل من Millar، و Boswell منفردين عام ١٩٢٩ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧).

ويلاحظ فى *B. oleracea* – بصورة عامة – أن الميرستيم القمى يتغير مورفولوجيًّا إلى الحالة الزهرية أثناء معاملة الارتباع؛ فيصبح أكثر اتساعًا ويزداد قطره تدريجيًّا إلى أن يأخذ شكل القبة.

وتتأثر شدة حالة الإزهار المبكر (وكذلك الإزهار العادى) بالعوامل التالية:

١ – حالة الحداثة وعمر النبات عند تعرضه للحرارة المنخفضة:

تزداد حساسية نباتات الكرنب للاستجابة لمعاملة الحرارة المنخفضة (أى لمعاملة الارتباع) بزيادة عمرها تدريجيًّا. وتكون الاستجابة كاملة عندما تكون بعمر ٥–٦ أسابيع من زراعة البذرة .. أى عندما تكون فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية السابعة إلى الثامنة. أما قبل ذلك .. فإنها تكون فى مرحلة حداثة Juvenility، لا تستجيب خلالها لمعاملة الارتباع.

٢ – حجم النبات عند تعرضه للحرارة المنخفضة:

فكلما ازداد حجم النبات أثناء تعرضه للحرارة المنخفضة، ازدادت فرصة تهيئته للإزهار. وتبعًا لذلك .. فإن تسميد مراقد البذور، أو زيادة التسميد فى الحقل، أو تعرض النباتات لأى عامل من شأنه أن يحدث زيادة نموها بدرجة كبيرة – أثناء تعرضها للحرارة المنخفضة – يؤدى إلى زيادة نسبة الإزهار المبكر. وقد وجد أن نباتات الأصناف الأجنبية التى يبلغ عرض أوراقها من ٢,٥–٣,٥ سم يمكن تعريضها لمدة ٦ أشهر للحرارة المنخفضة دون أن تتهيأ للإزهار. فى حين أن النباتات التى يبلغ عرض أوراقها من ٥–٧,٥ سم تتهيأ للإزهار بعد شهر إلى شهرين من تعرضها لحرارة ٤–٦°م.

وكلما ازدادت فترة التعرض للحرارة المنخفضة، ازدادت نسبة النباتات المزهرة فيما بعد (عن Ware & McCollum ١٩٨٠). وقد أوضحت دراسات Ito & Saito (١٩٦١) أن المدة اللازمة لتهيئة النباتات للإزهار وتكوين البراعم الزهرية تقل – تدريجيًا – مع زيادة حجم النباتات أثناء تعرضها للحرارة المنخفضة.

وبانتهاء مرحلة الحداثة تكون ساق الكرنب قد بلغ سمكها ٦ ملليمترات.

٣ – فترة التعرض للحرارة المنخفضة:

تتراوح فترة التعرض للحرارة المنخفضة التى تلزم لتهيئة الكرنب للإزهار بين ١٠، و ٥٠ يومًا وربما تكون أطول من ذلك، وتتباين الأصناف كثيرًا فى هذا الشأن. وإذا لم تتعرض النباتات للمدة التى تلزم للتهيئة التامة للإزهار فإنه تحدث تطورات جزئية نحو الإزهار، مثل استطالة الساق وتكوين حراشيف ورقية، ولكن لا يحدث تميز للأزهار، بينما يستمر مرة أخرى تكوين الأوراق والرأس. وقد تحدث هذه التهيئة الجزئية للإزهار عند تعرض النباتات لحرارة عالية تلغى أثر الارتباع ويكون إلغاء أثر الارتباع كبيرًا لدى تعرض النباتات لحرارة ٢٠–٣٠°م بالتبادل مع التعرض للحرارة المنخفضة (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

٤ – درجة الحرارة التى تتعرض لها النباتات:

تتوقف الفترة اللازمة لتهيئة نباتات الكرنب للإزهار على درجة الحرارة التى تتعرض لها النباتات. ففى حرارة ٥°م – وهى الدرجة المثلى لتهيئة النباتات للإزهار – تكفى ٣–٤ أسابيع فقط، بينما تلزم مدة ٦ أشهر من التعرض لدرجة حرارة ١٢°م حتى تتهيأ النباتات للإزهار. ويتراوح المجال المناسب للتهيئة للإزهار من ٤–٧°م، وليس لدرجة حرارة التجمد أى تأثير فى هذا الشأن (عن Bleasdale ١٩٧٣).

٥ – درجة الحرارة التى تتعرض لها النباتات عقب تعرضها للحرارة المنخفضة:

يؤدى تعرض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة بعد تعرضها لحرارة منخفضة مباشرة إلى إزالة أثر الارتباع الذى تحدثه الحرارة المنخفضة، وهى ظاهرة يطلق عليها اسم devernalization. فقد وجد Ito & Saito (١٩٦١) أن نباتات الكرنب لم تتهيأ للإزهار عندما عرضت لدرجة حرارة ٥°م ليلاً (لمدة ١٦ ساعة)، و ١٨°م أو ٢٤°م نهارًا (لمدة ٨

ساعات) يوميًا. كما تأخر الإزهار عندما كانت المعاملات الحرارية ٥°م ليلاً، و١٢ °م نهارًا. إلا أن الحرارة المرتفعة لا تزيل أثر الارتباع إذا كان التعرض للحرارة المنخفضة لمدة ستة أسابيع أو أكثر.

وعمومًا .. فإن درجة الحرارة المؤثرة فى تهيئة نباتات الكرنب للإزهار (حرارة الارتباع) تتراوح بين ٤، و١٠ °م، وتوجد - فى حدود هذا المدى - اختلافات بين الأصناف فى درجة الحرارة المؤثرة. وعند تباين حرارة الليل والنهار، فإن كلا من متوسط درجة الحرارة اليومى ونظام التغير الحرارى اليومى يؤثران فى سرعة تهيئة النباتات للإزهار. وقد تأخر إزهار النباتات - وإن لم يكن قد مُنعَ - بتعريض نباتات الكرنب لدورات يومية من ١٦ ساعة على ٩°م، و ٨ ساعات على ٢٧°م. ولم تحدث أى تهيئة للإزهار عندما عرضت النباتات يوميًا لحرارة ٩°م لمدة ٩ ساعات، ثم لحرارة ٢٧°م لمدة ١٦ ساعة، حتى مع استمرار تلك الدورات لمدة ١٢٠ يومًا. وإذا استمر التعريض لحرارة الارتباع المنخفضة لمدة طويلة فإن تعريض النباتات لحرارة مرتفعة فى نهاية تلك المدة لم يكن مؤثرًا فى إلغاء تأثير الارتباع.

٦ - الصنف:

توجد اختلافات كبيرة بين أصناف الكرنب فى مدى استعدادها للإزهار المبكر، فالكرنب البلدى يتهيأ للإزهار بأقل فترة من التعرض للحرارة المنخفضة، بينما تحتاج الأصناف الأجنبية لفترة طويلة من التعرض للحرارة المنخفضة حتى تتهيأ للإزهار. وتعد مجموعة أصناف قلب الثور ذات الرؤوس الصغيرة الصلبة أقل استجابة للحرارة المنخفضة، وأقل ميلاً للإزهار من الأصناف الأقل صلابة، والمتأخرة النضج.

٧ - الفترة الضوئية ومعاملات منظمات النمو:

نجد تحت الظروف التى تكون بالكاد مهيئة للإزهار أن توفر العوامل التى تحفز استطالة الساق تساعد فى عملية الإزهار كذلك. فمثلاً .. أحدث تعريض نباتات الكرنب لفترة ضوئية طويلة بعد ارتباعها زيادة ملحوظة فى استطالة الساق، وفى عدد النباتات المزهرة مقارنة بالنباتات التى كانت تتعرض لنهار قصير. كذلك أدى رش نباتات الكرنب بحامض الجبرلليك إلى تهيئة بعض الأصناف للإزهار (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

هذا .. وقد أمكن تأخير تكوين البراعم الزهرية لمدة أسبوعين بمعاملة نباتات الكرنب بأى من منظمى النمو: كلوروفينوكسى حامض البروبيونيك chlorophenoxypropionic acid (اختصارًا: CIPP)، أو داى كلوروفينوكسى حامض الخليك dichlorophenoxyacetic acid (اختصارًا: 2,4- D) (عن Edmond وآخرين ١٩٧٥).

المركبات المسئولة عن الطعام والنكهة

بالإضافة إلى الجلوكوسينولات والثيوسيانيت التى تسهم جوهريًا فى إعطاء الكرنب طعمه ونكهته الطبيعيتين، فإن مركبات أخرى كثيرة تسهم كذلك فى هذا الشأن، كما يلى:

أمكن عزل المركب S-methylcystein sulphoxide – وهو حامض أمينى حر – من كل من الكرنب، والقنبيط، والبروكولى، وكرنب بروكسل، وهو يلعب دورًا فى إكساب هذه الخضر الصليبية نكهتها وطعمها المميزين، ويبدو أنه يلعب دورًا كذلك فى تثبيط بعض الحالات السرطانية، وكان أعلى تركيز للمركب فى كرنب بروكسل (Marks وآخرون ١٩٩٢).

ويعتبر الحامض الأمينى الحر L-S-methylcystein sulfoxide هو البادئ الذى يتكون منه الداى مثيل دايسلفيد dimethyl disulfide، والهيدروجين سلفيد hydrogen sulfide، وهما المركبان الكبريتيان الرئيسيان المسئولان عن النكهة المميزة للكرنب المطهى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

كذلك يحتوى الكرنب على المركب S-methylmethionine (فيتامين U)، الذى يعرف بأنه مضاد لقرحة المعدة والإثنى عشر، ويتحلل هذا المركب إنزيميًا ولا إنزيميًا إلى homoserine، و dimethylsulfide، ويعتبر المركب الأخير – وهو متطاير– من المركبات المسئولة عن النكهة الجيدة فى الكرنب. هذا .. ويزداد تركيز فيتامين U فى رؤوس الكرنب أثناء التخزين (Takigawa & Ishii ٢٠٠٠).

الصبغات

بدراسة أربعة أصناف من الكرنب الأحمر (هى: Ruby Ball، و Red Ball، و Red

Rookie، و Ruby Star)، وجد أن السيانيدين Cyanidin كانت هى الصبغة السائدة فيهم جميعًا. وأدى تظليل النباتات بنسبة ٥٥٪ أو ٨٠٪ إلى تقليل تكوين الأنثوسيانين، بينما أدى تظليلها بنسبة ٩٠٪ إلى منع تكوين الأنثوسيانين بدرجة كبيرة. كما أثر التظليل على نشاط عدد من الإنزيمات المسئولة عن تكوين الصبغات الأنثوسيانينية، مثل: naringenin-chalcone synthase، و chalcone isomerase، بينما لم يؤثر على نشاط إنزيم آخر هو dihydroflavonol 4-reductase (Boo & Lee ١٩٩٩).

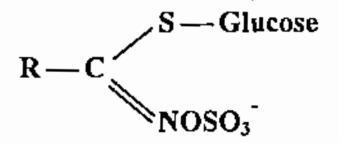
محتوى الكرنب – والصليبيات الأخرى – من الجلوكوسينولات

تعتبر الجلوكوسينولات glucosinolates (أو الثيوجلو كوسيدات thioglucosides) مثل السينرجين sinigrin من المركبات الكبريتية الهامة فى نباتات العائلة الصليبية. فهذه المركبات تتحلل إنزيميًّا عند تمزق الخلايا، وينتج عنها تكوين الأيزوثيوسيانات isothiocyanates، وهى تتكون من زيوت الخردل، والثيوسيانات thiocyanates ذات الأهمية البالغة.

ولقد أمكن عزل أكثر من ١٠٠ مركب من الجلوكوسينولات من عدد محدود من العائلات النباتية، ولكنها تتركز بصفة خاصة فى نباتات العائلة الصليبية.

أنواع الجلوكوسينولات وانتشارها فى الخضر الصليبية

إن التركيب الكيميائى العام للجلوكوسينولات، كما يلى:



وتتحدد أنواع الجلوكوسينولات بمجموعة R التى ترتبط بها، كما يلى:

مجموعة R	الجلوكوسينولات المقابلة
Prop-2enyl	Sinigrin
2-Hydroxybut-3-enyl	Progoitrin
2-Hydroxypent-4-enyl	Gluconapoleiferin
3-Methylthiopropyl	Glucoiberverin
3-Methylthiobutyl	Glucoerucin
3-Methylsulfinylpropyl	Glucoiberin

Glucoraphanin 4-Methylsulfinylbutyl
Gluconasturtin 2-Phenethyl
Glucobrassicin Indolyl-3-methyl
4-Hydroxyglucobrassicin 4-Hydroxyindolyl-3-methyl
4-Methoxyglucobrassicin 2-Methoxyindolyl-3-methyl
Neoglucobrassicin 1-Methoxyindolyl-3-methyl

ويوضح شكل (٣-١) التركيب الكيميائى الكامل لثمان من هـذه الجلوكوسينولات، علمًا بأن R فى الشكل تمثل التركيب الكيميائى العام (الأساسى) لمختلف الجلوكوسينولات.

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{S}}-(CH_2)_4-R^*$

Glucoraphanin
(4-methylsulfinylbutyl glucosinolate)

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{S}}-(CH_2)_3-R$

Glucoiberin
(3-methylsulfinylpropyl glucosinolate)

$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{S}}-(CH_2)_5-R$

Glucoalyssin
(5-methylsulfinylpentyl glucosinolate)

$CH_3-S-(CH_2)_4-R$

Glucoerucin
(4-methylthiobutyl glucosinolate)

$CH_2=CH-CH_2-R$

Sinigrin
(allyl glucosinolate)

CH_2-R, N

Glucobrassicin
(indole-3-ylmethyl glucosinolate)

CH_2-R, N, OCH_3

Neoglucobrassicin
(1-methoxyindole-3-ylmethyl glucosinolate)

OH, CH_2-R, N

4-Hydroxyglucobrassicin
(4-hydroxyindole-3-ylmethyl glucosinolate)

$$^*R= \; -C\begin{matrix}\nearrow S-C_6H_{11}O_5 \\ \searrow N-OSO_2O^-\end{matrix}$$

شكل (٣-١): التركيب الكيميائى لبعض أنواع الجلوكوسينولات التى توجد فى الخضر الصليبية (عن Farnham وآخرين ٢٠٠٠).

هذا .. ويعد الكرنب – وكرنب أبو ركبة – أقل الصليبيات احتواء على الجلوكوسينولات ويعد القنبيط، والبروكولى وسطا فى هذا الشأن، بينما يوجد أعلى تركيز لهذه المركبات فى الكرنب بروكسل (عن Ryder ١٩٧٩).

وقد كان المركبان sinigrin، و glucoiberin أكثر المركبات الأليفاتية تواجدًا فى الكرنب الأبيض، بينما ساد المركب progoitrin فى الكرنب الأحمر، وشكلت المركبات الإندولية ٣٠–٤٠٪ من الجلوكوسينولات الكلية، وكان أكثرها تواجدًا المركب glucobrassicin. وعمومًا فإن تركيز الجلوكوزسينولات الكلية كان منخفضًا فى الكرنب (٢٦,٥٠ مجم/جم) مقارنة بتركيزها فى كرنب بروكسل (١٢٦,٦١ مجم/جم) (Ciska وآخرون ١٩٩٤).

كذلك كانت أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا فى *B oleracea* (الكرنب والكيل) هى

3-methylsulphinylpropylallyl-glucosinolate

2-propenyl-glucosinolate

1-methoxyindol-3-ylmethyl-glucosinolate

حيث شكلت ٣٥٪، و ٢٥٪، و ٢٩٪ من الجلوكوسينولات الكلية على التوالى، كما كان أعلى تركيز لهذه المركبات بعد ١٤ يومًا من الزراعة، بينما كان أعلى تركيز فى رؤوس الكرنب ذاتها عند بداية تكوينها (Rosa وآخرون ١٩٩٦، و Rosa ١٩٩٧أ)

وفى دراسة أخرى على الكرنب .. وجد Rosa (١٩٩٧ب) أن أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا فى الأجزاء الهوائية للنبات كانت:

2-propenyl-glucosinolate

3-methylsulfinyl glucosinolate

وذلك بمتوسط قدره ٢٦١، و ١٦٧ ميكرومول/١٠٠جم – على أساس الوزن الجاف – لكل منهما على التوالى، بينما كانت أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا فى الجذور، هى:

1-methoxyindol-3-ylmethyl-glucosinolate

2-phenylethyl-glucosinolate

3-methylsulfinylpropyl-glucosinolate

وذلك بمتوسط قدره ٤٩٥، و ٤٩٥، و ٣٨٥ ميكرومول/١٠٠ جم – على أساس الوزن الجاف – لكل منها على التوالى وكان أعلى تركيز لكل منها – فى كل من الأجزاء الهوائية والجذور – خلال فترة الظلام الساعة ٢ صباحًا بالنسبة للأجزاء الهوائية، والساعة ١١ مساء بالنسبة للجذور، بينما كان أقل لها تركيز لها خلال فترة الإضاءة، وبخاصة الساعة ٦ مساء. وقد استدل من نتائج الدراسة على أن درجة الحرارة ليست مؤثرة فى التغيرات اليومية فى تركيز الجلوكوسينولات. وعلى الرغم من وجود فرق معنوى كبير جدًّا بين التركيز الكلى للجلوكوسينولات فى الأجزاء الهوائية للنبات (٥٨١ ميكرومول/١٠٠ جم) والجذور (٢١٢٤ ميكرومول/١٠٠ جم وزن جاف)، فإن نتائج الدراسة لم تؤيد مبدأ انتقال الجلوكوسينولات بين الأجزاء الهوائية والجذور.

تحلل الجلوكوسينولات وإنتاج الأيزوثيوسيانات

تنتج الأيزوثيوسيانات عند تحلل الجلوكوسينولات بفعل إنزيم الميروزينيز، كما يلى

$$R\text{-}C\begin{matrix} \diagup S\text{-}C_6H_{11}O_5 \\ \diagdown\!\!\diagdown N\text{-}O\text{-}SO_3^- \end{matrix} \xrightarrow{\text{Myrosinase}} R-N=C=S + \text{glucose} + SO_4^-$$

glucosinolate — Isothiocyanate

وقد تبين من دراسات Kyung وآخرين (١٩٩٥) أن المركب 1-cyano-2,3-epithiopropane هو أكثر المركبات تواجدًا من بين تلك التى تنتج عن تحلل السنجرين sinigrin.

كما أمكن عزل المركب 2-propenyl isothiocyanate من كل من الكرنب الأبيض والأحمر، والمركب 3-butenyl isothiocyanate من الكرنب الأحمر.

أهمية الجلوكوسينولات

ترجع أهمية الجلوكوسينولات – وما ينتج عن تحللها من أيزووثيوسيانات – إلى ما يلى:

١ – تلعب دورًا رئيسيًا فى إعطاء الصليبيات نكهتها المميزة.

٢ – تلعب دورًا فى مقاومة بعض الحشرات.

٣ – يعد التركيز المرتفع من الثيوسيانات سامًا للإنسان؛ لأنها تؤدى إلى نقص اليود فى الجسم، وتضخم الغدة الدرقية (توصف هذه المركبات بأنها goitrogenic).

لقد لوحظت العلاقة بين الصليبيات وتضخم الغدة الدرقية منذ عام ١٩٢٨، حيث شوهدت أعراض المرض على الحيوانات الزراعية التى احتوى علفها على كميات كبيرة من الصليبيات، ثم عرف بعد ذلك أن المرض يرجع إلى ما تحتويه هذه النباتات من مركبات الثيوسيانات.

فمثلاً .. يؤدى المركب 5-vinyloxazolinidine-2-thione إلى تضخم الغدة الدرقية، كما يؤدى المركب thiocyanate إلى منع حصول الغدة الدرقية على اليود.

هذا إلا أن الثيوجلوكوسيدات thioglucosides (مثل الـ singrin) ذاتها لا تحدث تضخمًا فى الغدة الدرقية (nongiotrogenic)، ولكنها تتحلل إنزيميًا إلى جلوكوز، و bisulfate ومركبات وسطية من الأيزوثيوسيانيت isothiocyanate، ينتهى بها الأمر إلى تكوين نيتريل Nitril، وكبريت، وثيوسيانيت thiocyanate، والمركب المسئول عن تضخم الغدة الدرقية، وهو الـ goitrin (= S-5-Vinyloxazolidine-2-thione) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

٤ – التأثير المثبط للأيزوثيوسيانات للإصابات السرطانية:

من الجانب الإيجابى، فإن من بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates المركبان benzyl isothiocyanate، و 2-phenylethyl isothiocyanate اللذان يثبطان الإصابات السرطانية التى تُحدثها المركبات الكيميائية (عن Carlson وآخرين ١٩٨٧).

هذا .. ولم يمكن عزل المركب الكبريتى المثبط للإصابات السرطانية 1,2-dithiole-3-thione من أوراق الكرنب (Marks وآخرون ١٩٩٢).

ولمزيد من التفاصيل عن التأثيرات المثبطة للإصابات السرطانية التى تحدثها الخضر الصليبية .. يراجع Fahey & Stephenson (١٩٩٩).

٥ – دور الأيزوثيوسيانيت فى المكافحة المتكاملة للفطريات المرضة للنباتات فى التربة:

وجد أن الأنسجة المهروسة لنباتات أنواع الجنس *Brassica* تؤدى عند خلطها بالتربة إلى تقليل الإصابات النباتية المرضية، فقد خفضت الإصابة بعفن أفانوميسس الجذرى فى البسلة، وقللت من مستوى تواجد الفطر *Verticillium dahliae* المسبب لمرض ذبول فيرتسيلليم فى عديد من الأنواع النباتية، وكذلك الفطرين *Pythium ultimum*، و *Rhizoctonia solani*، وهى من فطريات التربة الواسعة الانتشار. وقد حدث ذلك عندما استخدمت بقايا نباتية من أى من الكيل، أو rapeseed (*B. rapa*)، أو البروكولى، أو الكرنب، أو الكرنب الصينى، أو مسترد الأوراق، أو المسترد الهندى. وترجع تلك الخاصية إلى مركبات الأيزوثيوسينات isothiocyanates التى تنتجها الأنسجة النباتية عند تحلل الجلوكوسينولات. وقد كانت أكثر الأيزوثيوسيانات التى أمكن التعرف عليها تواجدًا هى: (Z)-3-hexenyl acetate فى الكرنب والبروكولى والكرنب الصينى، و allyl isothiocyanate فى مسترد الأوراق والمسترد الهندى (Charron & Sams ١٩٩٩).

ويستدل من دراسات Subbarao & Hubbard (١٩٩٦) أن بقايا نباتات البروكولى ساعدت فى تقليل أعداد الجسيمات الحجرية microsclerotia للفطر *V. dahliae* فى درجات حرارة تراوحت بين ١٠، و ٣٥°م، سواء أكانت البقايا النباتية المستعملة جافة أم طازجة. ولكن فى حرارة ٣٠°م أو أقل من ذلك كانت البقايا النباتية الطازجة أكثر كفاءة من البقايا الجافة فى التأثير على الفطر. وعلى الرغم من أن عدد الجسيمات الحجرية انخفض جوهريًا بعد ٤٥ يومًا على حرارة ٣٥°م بدون إضافة مخلفات البروكولى، فإن إضافة تلك المخلفات (جافة أو طازجة) – على تلك الدرجة – قضى تمامًا على الجسيمات الحجرية للفطر. وفى كل درجات الحرارة حدث أكبر خفض فى عدد الجسيمات الحجرية فى التربة فى خلال ١٥ يومًا من إضافة المخلفات النباتية، وكانت المخلفات الطازجة أكثر تأثيرًا – بصورة معنوية – عن المخلفات الجافة. هذا .. وقد نمت نباتات القنبيط فى التربة المعاملة بصورة أفضل، وكانت أقل إصابة بذبول فيرتسيللم عما كان عليه الحال فى التربة غير المعاملة بمخلفات البروكولى.

العوامل المؤثرة فى محتوى الجلوكوسينولات وتركيز الثيوسيانات

من بين أهم العوامل المؤثرة فى محتوى الكرنب – والصليبيات الأخرى – من الجلوكوسينولات والثيوسيانات، ما يلى:

١ – الصنف:

وجد Bible وآخرون (١٩٨٠) أن أصناف الكرنب المتأخرة كانت أكثر احتواء على أيون الثيوسيانات عن الأصناف المبكرة، وكان الارتباط موجبًا، وجوهريًا بين محتوى الثيوسيانات، وعدد الأيام حتى النضج.

٢ – معاملات منظمات النمو:

أدت معاملات منظمات النمو المبينة فى جدول (٣–١) إلى زيادة محتوى الثيوسيانات فى أصناف معينة من بعض الصليبيات، بينما لم يكن لهذه المعاملات تأثير على محصولى: الكرنب والبروكولى، وعلى أصناف أخرى من الفجل (Chong وآخرون ١٩٨٢).

جدول (٣–١): معاملات منظمات النمو التى أدت إلى زيادة محتوى جذور الفجل واللفت من مركبات الثيوسيانات.

المحصول	الصنف	المعاملة	
		منظم النمو	التركيز (جزء فى المليون)
الفجل	Burpee White	daminozide	١٠٠٠
اللفت	Tokyo Cross	GA_3	١٠٠٠
	Snow Ball	6-benzylamiopurine	٥٠٠

٣ – التجريح:

ازداد تركيز الجلوكوسينولات بمقدار ١٥ ضعفًا فى الكرنب المفروم إلى أجزاء صغيرة مقارنة بالكرنب السليم (عن Van Doorn ١٩٩٩).

٤ – التخزين وظروف التخزين:

تباينت نوعيات المركبات التى تكونت عند تحلل الـ glucosinolates فى ثلاثة أصناف من الكرنب أثناء تخزينها المبرد، ولوحظ تناقص فى تركيز كل من الـ thiocyanate، والـ isothiocyanate، والـ goitrin أثناء التخزين، وكان ذلك مصاحبًا بتدهور فى نوعية الكرنب المخزن. وعندما كان التخزين فى هواء متحكم فى مكوناته ازداد محتوى الكرنب من كل من الـ isothiocyanates الطيارة، والـ goitrin فى المراحل الأولى للتخزين، ولكنها تناقصت بمعدلات عالية قرب نهاية فترة التخزين (عن Hansen وآخرين ١٩٩٥).

العيوب الفسيولوجية

من أهم العيوب الفسيولوجية التى يُصاب بها الكرنب، ما يلى:

احتراق قمة الأوراق Leaf Tipburn

الأعراض

لا تظهر أعراض احتراق قمة الأوراق إلاّ عند قطع الرأس، حيث تشاهد الأعراض على حواف الأوراق الداخلية على صورة بقع قليلة متناثرة فى حواف الورقة، وقد تغطى البقع كل حافة الورقة. وقد تحدث فى المناطق المتحللة إصابة ثانوية بالبكتيريا المسببة للعفن الطرى، مما يؤدى إلى تحلل وعفن الرأس كلها.

يبدأ التغير اللونى للأوراق الداخلية بالقرب من حافتها وخاصة عند نهايات العروق، ويمتد نحو الداخل بدرجات متفاوتة حسب شدة الإصابة. وبعد فترة تكتسب الأنسجة المصابة لونًا بنيًا ضاربًا إلى الرمادى، ثم تتحول إلى اللون البنى القاتم، ثم إلى اللون البنى الضارب إلى السواد، بينما تصبح حافة الورقة المتأثرة رقيقة للغاية. ويختلف عدد الأوراق المتأثرة فى الرأس الواحدة من ورقة واحدة إلى عشر.

المسببات

توجد علاقة بين الإصابة باحتراق قمة الأوراق الداخلية، ونقص عنصر الكالسيوم فى هذه الأوراق، وهو ما يحدث عند زيادة التسميد الآزوتى، والبوتاسى، حيث تلاحظ زيادة فى محتوى الأوراق المصابة من عنصر البوتاسيوم (عن Dickson ١٩٧٧)، وفى جميع الظروف التى تشجع على النمو السريع بصورة عامة، خاصة بعد فترة من توقف النمو. وبرغم أن الجذور قد تمتص كميات كبيرة من الكالسيوم كما يظهر من تحليل الأوراق الخارجية، إلاّ أن الأوراق الداخلية لا تصلها إلاّ كميات قليلة من هذا العنصر، لأنه يتحرك فى النبات مع تيار ماء النتح بينما لا تنتح الأوراق الداخلية بطبيعة الحال، لأنها تكون مغلفة بالأوراق الخارجية.

يؤدى نقص الكالسيوم فى تلك الأوراق الداخلية إلى زيادة نفاذية الأغشية الخلوية، مما يؤدى إلى اختلاط مكونات الخلية وحدوث تحولات إنزيمية غير طبيعية، يترتب عليها تحطم البروتينيات ومكونات الخلية والجدار الخلوى وانفصال الخلايا عن بعضها

البعض؛ ومن ثم تحدث تلك التغيرات اللونية التى تصاحب هذا العيب الفسيولوجى. وبينما قد يمكن إصلاح التغيرات التى يُحدثها نقص الكالسيوم وهى فى بداياتها إذا ما توفر الكالسيوم للنبات، فإنه لا يمكن إصلاحها إذا ما تقدمت الحالة.

ومن بين الدلائل على ارتباط نقص الكالسيوم بتلك الظاهرة، ما يلى:

١ - يزيد تركيز الكالسيوم فى الأوراق الخارجية للكرنب عما فى الأوراق الداخلية.

٢ - يقل تركيز الكالسيوم فى رؤوس الكرنب المتأثرة باحتراق قمة الأوراق عما فى الرؤوس السليمة.

٣ - يقل تركيز الكالسيوم فى حواف أوراق الرأس الداخلية عما فى الأنسجة الداخلية للأوراق ذاتها.

٤ - ينتقل الكالسيوم إلى الرأس بكفاءة أكبر فى الأصناف المقاومة للعيب الفسيولوجى عما فى الأصناف القابلة للإصابة.

٥ - ينتقل الكالسيوم المشع سريعًا إلى الأوراق الخارجية، وبطيئًا إلى أوراق الرأس.

٦ - يزداد تركيز الكالسيوم فى رؤوس أصناف الكرنب المقاومة عما فى رؤوس الأصناف القابلة للإصابة.

٧ - تزداد الإصابة عند نقص الكالسيوم فى بيئة الزراعة (عن Everaarts & Blom-Zandstra ٢٠٠١).

ومن أهم العوامل التى تؤدى إلى نقص الكالسيوم فى الأوراق الداخلية - غير نقص الكالسيوم الميسر للامتصاص، ما يلى:

١ - قوة النمو النباتى:

إن جميع العوامل التى تحفز النمو - ومن ثم تؤدى إلى زيادة الطلب على الكالسيوم - تؤدى إلى زيادة الإصابة باحتراق قمة الأوراق، ومن بين تلك العوامل: زيادة مسافات الزراعة، والظروف الجوية المحفزة للنمو القوى (أى فى حالات زيادة المحصول)، وزيادة الإضاءة، وزيادة خصوبة التربة. وتُحدث زيادة معدل النمو تأثيرها من خلال زيادة الطلب على الكالسيوم فى وحدة الزمن.

٢ - زيادة التسميد الآزوتى:

تؤدى زيادة توفر النيتروجين لنباتات الكرنب إلى زيادة معدل إصابتها باحتراق قمة

الأوراق (Peck وآخرون ١٩٨٣)، وذلك بسبب إسراع النيتروجين لمعدل النمو النباتى، بينما لا يتوفر الكالسيوم للأوراق الداخلية بمعدلات تتناسب مع سرعة نموها.

٣ – زيادة التسميد البوتاسى:

ازدادت الإصابة باحتراق حواف الأوراق عند الإفراط فى التسميد البوتاسى، ولكن إضافة الكالسيوم مع البوتاسيوم أدت على تقليل مخاطر ظهور العيب الفسيولوجى (Cubeta وآخرون ٢٠٠٠).

٤ – العوامل التى تسبب ضعف النمو الجذرى:

تسبب جميع العوامل التى تؤدى إلى ضعف النمو الجذرى (مثل: الظروف اللاهوائية، وانضغاط التربة، والطبقات الصماء القريبة من السطح) .. تسبب نقصًا فى امتصاص الكالسيوم، ونقصًا للعنصر فى الأجزاء الهوائية للنبات.

ويؤدى غدق التربة – خاصة – إلى موت جزء من المجموع الجذرى للنبات؛ ومن ثم تقل كفاءة النبات فى امتصاص احتياجاته من الكالسيوم – ولو لفترة محدودة إلى أن يكون النبات جذورًا جديدة – مما يتتبع حدوث نقصًا فى الكالسيوم فى الأنسجة النشطة فى النمو.

٥ – العوامل المؤثرة فى معدل النتح والضغط الجذرى:

إن معظم الماء الذى يصل إلى الأوراق الداخلية لرأس الكرنب يكون من خلال الضغط الجذرى أو بسبب نشاط الانقسام فى الخلايا ذاتها وما يتطلبه ذلك من رطوبة حرة. ومن الطبيعى أن الكالسيوم المتص – والمتواجد فى الماء المتص – ينتقل تلقائيًا مع الماء إلى تلك الأنسجة.

وقد وجد أن وصول الكالسيوم إلى الأوراق الداخلية لرأس الكرنب يزداد فى الحالات التى يزداد فيها التباين فى شدة النتح بين النهار والليل عما فى الحالات التى يبقى فيها معدل النتح ثابتًا، وذلك لأن زيادة شدة النتح نهارًا (بارتفاع الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية) تؤدى إلى حدوث نقص فعلى فى وزن الرأس، بينما يؤدى انخفاض أو انعدام النتح ليلاً (بانخفاض الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية) إلى استعادة الرأس لرطوبتها ووزنها؛ مما يولد نشاطًا فى ضخ الماء (بما يحمله من الكالسيوم) فى نسيج الخشب، وتعرف تلك الظاهرة بنظرية المضخة pump theory.

ويؤدى استمرار نقص الرطوبة الأرضية ليلاً ونهارًا إلى استمرار النتح من الأوراق الخارجية على مدار الساعة؛ مما يحد من الضغط الجذرى، ومن ثم يقل وصول الكالسيوم إلى الأوراق الداخلية. كذلك فإن الفترات التى تنخفض فيها الرطوبة الجوية غالبًا ما تكون مصاحبة بجو صحو يزداد فيه معدل النمو النباتى؛ مما يزيد من حاجة الأوراق الداخلية إلى الكالسيوم (عن Everaarts & Blom-Zandstra ٢٠٠١).

ووجد Palzkill وآخرون (١٩٧٦) أن زيادة الرطوبة النسبية حول نباتات الكرنب إلى الحد الذى يؤدى إلى حدوث ظاهرة الإدماع guttation (وهى خروج قطرات الماء من الثغور المائية hydathodes فى نهايات العروق بحواف الورقة) أدت إلى عدم ظهور أعراض الإصابة باحتراق قمة الأوراق، بينما أصيبت النباتات التى تعرضت للجو العادى. وفسر ذلك بأن الرطوبة النسبية العالية أحدثت ضغطًا جذريًا عاليًا، ساعد على نقل كميات من الكالسيوم إلى أوراق الرأس الداخلية بكميات كانت كافية لمنع الإصابة بالمرض. ومن جهة أخرى .. فإن زيادة الرطوبة النسبية فى حجرات النمو من ٥٢٪ إلى ٨٢٪ أدت إلى ظهور أعراض الإصابة بالمرض على حواف أوراق شتلات الكرنب الصغيرة، وهو أمر لا يشاهد أبدًا تحت الظروف الطبيعية لأن هذه الأوراق تنتح باستمرار، وينتقل إليها الكالسيوم مع تيار الماء المفقود بالنتح (Plazkill وآخرون ١٩٨٠).

كذلك أدى تعريض نباتات الكرنب الصغيرة لرطوبة نسبية مقدارها ٥٠٪ إلى نتحها بكثرة؛ مما أدى إلى تراكم الكالسيوم فى الأوراق بتركيز عالٍ. وعندما أحيطت النباتات بأكياس بلاستيكية لمنع النتح من جميع الأوراق حدثت بها ظاهرة الإدماع guttation تحت تأثير الضغط الجذرى root pressure، وتراكمت بأوراقها – كذلك – تركيزات عالية من الكالسيوم. وقد ازداد تراكم الكالسيوم فى الأوراق، مع نقصه فى الجذور والسيقان تحت تأثير زيادة النتح أو زيادة الضغط الجذرى. أما عندما أحيطت النباتات جزئيًا فقط بالأكياس البلاستيكية بحيث كانت بعض الأوراق تحت الكيس، وبعضها خارجه، فإن تراكم الكالسيوم لم يحدث إلاّ فى الأوراق غير المغطاة التى كانت تنتح بصورة طبيعية. ولم تشاهد فى هذه الحالة ظاهرة الإدماع فى الأوراق المغطاة، ولم يتراكم فيها الكالسيوم إلاّ بقدر يسير. ويعنى ذلك أن الضغط الجذرى يعد ضروريًا لانتقال

الكالسيوم إلى الأنسجة النباتية التى لا يفقد منها الماء بالنتح (Palzkill & Tibbitts 1977).

٦ – التأخير فى الحصاد:

يؤدى التأخير فى الحصاد إلى زيادة احتمالات الإصابة باحتراق قمة الأوراق؛ وذلك لأن الرأس تستمر فى الزيادة فى الحجم خلال فترة الحصاد، ويترتب على ذلك استمرار حاجة الأنسجة الجديدة للكالسيوم.

٧ – التخزين:

لوحظت زيادة فى أعراض الإصابة باحتراق قمة الأوراق بعد فترة من التخزين البارد للرؤوس، وذلك مقارنة بشدة الأعراض التى شوهدت فى المحصول ذاته عند بداية التخزين. ويبدو أن تلك الزيادة كان مردها إلى إصابات كانت موجودة فى مراحلها الأولى عند الحصاد ولكنها لم تكن منظورة، واستمر تطورها فى المخزن بسبب استمرار حالة نقص الكالسيوم فى الأنسجة المتأثرة، ولكن لا يمكن إرجاع تلك الأعراض إلى حدوث أى نموات جديدة أثناء التخزين لأنه لا تتكون أى مبادئ أوراق جديدة بعد الحصاد فى الرؤوس المخزنة.

وسائل تجنب الإصابة

لتجنب الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى .. يوصى بعدم الإفراط فى التسميد الآزوتى، وإعطاء الآزوت فى صورة نترات، وتجنب زيادة التسميد بالبوتاسيوم، والكاتيونات الأخرى التى يمكن أن تنافس الكالسيوم على الامتصاص. كما يجب الانتظام فى الرى، وتجنب تعرض النباتات للعطش، مع إجراء الحصاد فى الوقت المناسب، وزراعة الأصناف الأقل تعرضا للإصابة، وهى التى تكون رؤوسها أقل صلابة (Univ. Calif 1987).

ومن بين الأصناف الأقل تعرضًا للإصابة: Columbia، و Constaza، و Discovery، و Early Cole، و Fortuna، و Grand Prize، و Rocket، و Tropicana.

ومن الطبيعى أنه يتعين توفير الكالسيوم الميسر للامتصاص فى التربة، إلاّ أن ذلك لا يشكل مشكلة – عادة – بدليل عدم ظهور أعراض احتراق قمة الأوراق على الأوراق

الخارجية للنبات تحت ظروف الحقل. هذا .. ولا يفيد الرش بالأسمدة السائلة المحتوية على الكالسيوم فى منع الإصابة بهذه الظاهرة فى الصليبيات، ولكن الرش الأسبوعى، وخاصة فى الفترات التى يكون فيها النمو النباتى سريعًا يمكن أن يسهم جزئيًا فى الحد منها.

ويرجع السبب فى عدم فاعلية الرش بالكالسيوم إلى تغليف الأوراق الخارجية للأوراق الداخلية التى تتأثر باحتراق قمة الأوراق، فضلاً عن أن الكالسيوم لا ينتقل إطلاقًا فى نسيج اللحاء مع الغذاء المجهز.

الساق الأجوف Hollow Stem

تحدث ظاهرة الساق الأجوف فى الكرنب، والقنبيط، والبروكولى فى حالات النمو السريع، حيث تبدو أنسجة اللحاء الداخلية فى الساق أو قلب النبات (الساق الداخلية بالرأس) وقد انهارت وتشققت، وظهرت بها فجوات. ولا يمكن مشاهدة أعراض الإصابة إلاّ عند قطع الرأس. وتظهر الإصابة فى حالات التسميد الآزوتى الغزير، والظروف التى تشجع على النمو السريع بصورة عامة، مثل: الحرارة المعتدلة الارتفاع، وزيادة المسافة بين النباتات. وقد يظهر تجوف فى أنسجة الساق عند نقص عنصر البورون، ولكنه يكون مصاحبًا فى هذه الحالة بظهور لون رمادى فى النسيج المصاب (عن Univ. Calif. ١٩٨٧).

تفلق الرؤوس Bursting

قد تتفلق (أو تنفجر) رؤوس الكرنب قبل الحصاد، وتفقد بذلك قيمتها التسويقية. وتحدث هذه الظاهرة عند زيادة معدلات التسميد – خاصة الآزوتى – أو عدم انتظام الرى، أو الإفراط فى الرى بعد تكوّن الرؤوس، أو تأخير الحصاد. هذا .. وتزداد الإصابة فى الأصناف الكروية عما فى غيرها من الأصناف.

تعدد الرؤوس

تحدث ظاهرة تعدد الرؤوس عند حدوث ضرر للقمة النامية لنبات الكرنب التى تنشأ منها الرأس الطبيعية، فتتكون بدلاً منها مجموعة من الرؤوس الصغيرة من البراعم الإبطية للنبات تكون عديمة القيمة الاقتصادية.

وتموت القمة النامية للنباتات عند تعرضها لأضرار ميكانيكية، أو حشرية، أو عند ملامسة الأسمدة أو المبيدات المركزة للقمة النامية للنبات. ومن المسببات الأخرى المحتملة لتلك الظاهرة: ضعف الإضاءة، ونقص الموليبدنم.

الإديما edema

تظهر الإديما (أو أوديما oedema) (شكل ٣-١، يوجد فى آخر الكتاب) فى أى جزء من النبات، ولكنها تكثر على السطح السفلى للأوراق. ومن أهم مظاهرها تكوّن ارتفاعات صغيرة ثآلولية يمكن أن تتحد معًا لتغطى مساحات أكبر، وقد تتمزق طبقة البشرة فى مكان تلك الثآليل.

الإديما نمو غير طبيعى، يتكون عادة فى الليالى الباردة التى تعقب الأيام الدافئة الرطبة. ففى هذه الظروف يكون امتصاص النباتات للماء أسرع من فقدها له. ويتبع ذلك تهتك خلايا البشرة، فتتعرض الخلايا للجو الخارجي وتصبح فلينية المظهر .. وهذا هو المظهر المميز للإصابة، وتساعد الرمال التى تذروها الرياح على تجريح خلايا البشرة، وحدوث أعراض مماثلة.

النقط السوداء Black Speck

يكثر ظهور حالة النقط السوداء فى كل من الكرنب والكرنب الصينى، وتظهر على شكل بقع محددة لونها بنى قاتم أو أسود، ولا يزيد قطرها عن ٢مم. وتحاط هذه البقع – عادة – بهالة صفراء ضيقة. وقد تظهر بقع أكبر يصل قطرها حتى ١ سم. وقد تندمج بعض البقع معًا؛ مما يترتب عليه ظهور مساحات كبيرة ميتة. وتظهر بقع شديدة الصغر على أوراق القلب. وقد لا تظهر هذه الأعراض قبل تخزين الكرنب فى المخازن الباردة.

ويبدو أن هذه الحالة أكثر ظهورًا فى حالات النمو الخضرى السريع والغزير، وخاصة خلال الجو الدافئ، وتناسب ظروف التخزين البارد ظهورها (Petoseed Company ١٩٩٤).

الفصل الرابع

أمراض وآفات الكرنب ومكافحتها

يشترك الكرنب مع كثير من الصليبيات الأخرى فى الإصابة بعديد من الأمراض. وقد كتب عن أمراض الصليبيات: Chupp & Sherif (١٩٦٠)، و Dixon (١٩٨١)، و MacNab وآخرين (١٩٨٣)، و Univ. Calif. (١٩٨٧)، كما كتب Ramsey & Smith (١٩٦١) عن أمراض المخازن.

وأعطى Ziedan (١٩٨٠) القائمة التالية من الأمراض التى تصيب الكرنب فى مصر:

المرض	المسبب
مرض ألترناريا Alternaria disease	*Alternaria brassicicola, A. raphani & A. brassicae*
تساقط البادرات Damping off	*Rhizoctonia solani*
البياض الزغبى Downy mildew	*Peronospora parasitica*
مرض بثيم Pythium disease	*Pythium* spp.
عفن ريزوبس الطرى Rhizopus soft rot	*Rhizoctonia nigricans*
مرض اسكليروتينيا Sclerotinia disease	*Sclerotinia sclerotiarum*
الصدأ الأبيض White rust	*Albugo candida*
الإصفرار Yellows	*Fusarium oxysporum* f. *conglutinans*
العفن الطرى Soft rot	*Erwinia carotovora*

سقوط البادرات

المسببات

يسبب مرض سقوط البادرات، أو الذبول الطرى damping off الفطريات *Fusarium* spp.، و *Rhizoctonia solani*، و *Phoma lingam*، وعدة أنواع من جنس *Pythium*.

الأعراض

قد تُحدث هذه الكائنات ذبولاً طريًا سابقًا للبزوغ pre-emergence damping-off

وفيه تتعفن البذور أثناء إنباتها وتفشل البادرات فى الظهور فوق سطح التربة، ويحدث ذلك فى الظروف التى تناسب نمو الفطريات المرضة بدرجة أكبر من مناسبتها لإنبات البذور، كما أنها قد تحدث ذبولاً طريًا بعد البزوغ post-energence damping-off، حيث تصاب السويقة الجنينية السفلى للبادرات الصغيرة عند سطح التربة أو قريبًا منه، وقد تصاب الجذور كذلك. ولاتصاب النباتات بعد بلوغها مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثالثة أو الرابعة.

تتكون البقع المرضية بعد ظهور البادرة فى منطقة السويقة الجنينية السفلى عند سطح التربة أو بالقرب منه. ويلى ذلك تحلل الأنسجة المصابة، وتلونها بلون قاتم، وجفافها ثم سقوط البادرة وموتها. وقد يصيب الفطر *Pythium* جذور النبات أيضا فتتحلل هى الأخرى وتأخذ لونًا بنيًا. هذا .. ويصيب الفطر *Rhizoctonia* نسيج القشرة فى السيقان الصغيرة ويُحلِّقها وتتقرح الساق وغالبًا ما تعيش بادرات الصليبيات المصابة، ولكن يتوقف نسيج الساق عن النمو، مما يعطى الساق مظهرًا خيطيًا، وهى الحالة المعروفة باسم wirestem.

تكون النباتات المصابة ضعيفة النمو، وتنتج رؤوسًا صغيرة، وقد تذبل وتموت

الأمراض التى يسببها الفطر رايزوكتونيا سولانى

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* أمراض الذبول الطرى damping-off، والساق السلكية wirestem (شكل ٤-١، يوجد فى آخر الكتاب)، وعفن القاعدة bottom rot (شكل ٤-٢، يوجد فى آخر الكتاب)، وعفن الرأس head rot (شكل ٤-٣، يوجد فى آخر الكتاب) فى مختلف الصليبيات، مثل: الكرنب، والقنبيط، والبروكولى، والكرنب بروكسل، واللفت.

الظروف المناسبة للإصابة بالذبول الطرى

تنتشر الفطريات المسببة للذبول الطرى انتشارًا واسعًا فى معظم الأراضى الزراعية، وتعيش فيها لسنوات كثيرة حتى فى غياب العائل. وعوائلها كثيرة، وتشمل معظم أنواع النباتات فيما عدا النجيليات. وتصيب أنواع الجنس *Pythium* البادرات فى المشاتل

الغدقة، وفى الجو البارد نسبيًا. أما الفطر *Rhizoctonia* .. فيناسب انتشاره الجو الدافئ نسبيًا.

وتنتشر الإصابة بالذبول الطرى فى المشاتل الكثيفة، وفى الحالات التى تبقى فيها الرطوبة الأرضية عالية لفترة طويلة، وسوء التهوية والصرف.

مكافحة الذبول الطرى

يكافح مرض الذبول الطرى (سقوط البادرات) باتباع ما يلى:

١ – معاملة البذور بأحد المبيدات المناسبة، مثل: الأرثوسيد ٧٥٪ بمعدل ١,٥ جم لكل كيلو جرام بذرة، أو الفيتافاكس/كابتان، أو الثيرام. تعمل هذه المبيدات على حماية البذرة والنبت الصغير الناتج منها لعدة أيام، حتى تصبح أنسجة سوق النبات مقاومة للفطر.

٢ – تقليل كثافة الزراعة، ورى المشاتل فى الصباح، حتى تجف الطبقة السطحية من التربة سريعًا، وعدم الإفراط فى الرى والتسميد، والاهتمام بالتسميد الفوسفاتى، وتهوية المشاتل المحمية بصورة جيدة (روبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

٣ – المكافحة الحيوية ومنشطات المقاومة الجهازية المكتسبة:

أ – أفاد استعمال مخلوط من معلق جراثيم الفطرين *Streptomyces arenae*، و *S. chibaensis* بنسبة ١:١ – بإضافتهما إلى التربة – قبل العدوى بالفطر *R. solani* فى الحد من الإصابة بالفطر الأخير (Kundu & Nandi ١٩٩٣).

ب – أدت معاملة البذور بالمركب CGA 245704 – وهو منشط للمقاومة الجهازية المكتسبة – إلى حماية بادرات الكرنب والكليل من الإصابة بالفطر *R. salani*، وتوفير بعض الحماية من الإصابة بالذبول الطرى (Jensen وآخرون ١٩٩٨).

عفن القاعدة

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* مرض عفن القاعدة فى الكرنب (شكل ٤–٢، يوجد فى آخر الكتاب).

يظهر مرض عفن القاعدة بعد الشتل على صورة بقع سمراء ضاربة إلى البنى وغائرة

قليلاً تتكون فى الأوراق القاعدية (الخارجية) القريبة من سطح التربة وفى ظروف الرطوبة العالية فى الحقل أو فى المخزن ينتشر العفن إلى الأوراق المجاورة إلى أن يشمل الرأس كلها، وهى الحالة التى تعرف بعفن الرأس. ويصاحب تطور المرض تدلٍ تدريجى للأوراق الخارجية للرأس.

ينتشر عفن القاعدة فى الأراضى الرطبة بدرجة عالية، وعند ابتلال النباتات لفترات طويلة، وفى حرارة تتراوح بين ٢٠، و ٢٨°م.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – تجنب الزيادة الكبيرة الدائمة فى رطوبة التربة.

٢ – تجنب ابتلال النباتات لفترات طويلة بتجنب الرى بالرش.

الجذر الصولجانى

المسبب

تصاب الصليبيات – عامة – بمرض الجذر الصولجانى club root، أو تدرن الجذور الذى يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae*، وهو أحد الفطريات الهلامية، ويعرف منه عديد من السلالات.

الأعراض

يخترق الفطر جذور العائل من خلال الشميرات الجذرية. وتؤدى إصابة خلايا الجذر إلى تكاثرها بسرعة وازديادها فى العدد والحجم إلى أن تتكون الثآليل المميزة للمرض على صورة تورمات مغزلية الشكل بالمجموع الجذرى للنبات، مع اصفرار وتقزم النبات (شكل ٤-٤، يوجد فى آخر الكتاب)، وتتفرع الجذور المصابة، ويتكرر تفرعها كلما أصيبت. ومع تقدم الإصابة .. تضعف النباتات، وتذبل أوراقها نهارًا، وقد تموت. كما قد تصاب البادرات فى المشاتل؛ مما يؤدى إلى زيادة انتشار الفطر المسبب للمرض. وتتعفن الجذور عند إصابتها بكائنات ثانوية.

ويؤدى تحلل الجذور المصابة إلى انطلاق جراثيم الفطر، التى تشكل – فيما بعد – المصدر الرئيسى للإصابة عند الزراعة فى نفس الحقل.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر المسبب للمرض فى التربة لمدة ١٠–١٥ سنة، ولا توجد وسيلة اقتصادية للتخلص منه. وهو ينتشر من حقل لآخر مع النباتات المصابة خاصة الشتلات، ومع التربة المصابة التى تذروها الرياح، وعلى الآلات الزراعية، ومع ماء الرى السطحى، وماء الصرف. كما يمكن أن ينتشر المرض مع الأسمدة العضوية الحيوانية الناتجة من حيوانات تتغذى على نباتات مصابة.

وتزداد حدة الإصابة بزيادة الرطوبة الأرضية من ٥٠٪ من السعة الحقلية حتى التشبع – حيث يمكن لجراثيم الفطر التحرك (سباحة) فى الرطوبة الحرة – ومع ارتفاع درجة الحرارة من ٩ إلى ٣٠°م، ولكن أنسب درجة حرارة للإصابة تتراوح من ٢٧–٣٠°م. ويتأثر انتشار المرض بشدة بدرجة حموضة التربة، حيث تزداد الإصابة فى الأراضى الحامضية؛ نظرًا لأن جراثيم الفطر تقل قابليتها للإنبات فى الأراضى القلوية التى يزيد فيها الـ pH عن ٧,٢. ولا يعنى ذلك أن الإصابة لا تحدث فى الأراضى القلوية، أو المتعادلة .. فهى تحدث فعلاً على خلاف ما كان معروفًا، ولكن على نطاق ضيق، لأن مدى الظروف البيئية المناسب لانتشار المرض فى هذه الأراضى أقل مما فى الأراضى الحامضية، حيث يتطلب ظهور الإصابة على النباتات أن تكون الرطوبة الأرضية عالية، والحرارة مرتفعة، وإصابة التربة بالفطر شديدة.

المكافحة

يكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – تفيد الدورة الزراعية التى لا تزرع فيها الصليبيات لمدة ٢–٣ سنوات فى خفض حدة الإصابة قليلاً فى المناطق الدافئة، حيث تنبت جراثيم الفطر فى التربة الدافئة الرطبة، فتقل أعدادها فى غياب العوائل.

٢ – معاملة التربة قبل الزراعة بمبيد Pentachloronitrobenxene (اختصارًا: PCNB).

٣ – تشميس التربة ومعاملتها بالدازوميت.

أمكن لجراثيم الفطر *P. brassicae* البقاء لأكثر من ٢٨ يومًا فى الفرن على حرارة

٤٥°م وهى فى تربة جافة، ولكنها ماتت فى خلال ١٤ يومًا على حرارة ٤٠°م وهى فى تربة رطبة. وأوضحت الدراسات أن تشميس التربة solarization مع استعمال الدازوميت Dazomet بمعدل ١٠٠ كجم/هكتار (٤٢ كجم/فدان) قلل تواجد الفطر فى العشرة سنتيمترات السطحية من التربة، وأدى إلى زيادة محصول القنبيط من ٢,٤ إلى ٤٧ طن للهكتار (من طن إلى ١٩,٧ طن للفدان) مقارنة بمعاملة الكنترول. هذا بينما أدى تشميس التربة مع التبخير ببيروميد الميثايل (٩٨٪ بروميد ميثايل + ٢٪ كلوروبكرن) بمعدل ١٠٠ كجم للهكتار (٤٢ كجم للفدان) إلى تقليل تواجد الفطر فى العشرين سنتيمترًا العلوية من التربة وإلى زيادة محصول القنبيط من صفر إلى ٢٢ طن للهكتار (٩,٢ طن للفدان). وكان الجمع بين تشميس التربة وأى من المبيدين أفضل من أى من المعاملات الثلاث منفردة (Porter وآخرون ١٩٩١).

٤ – تعديل pH التربة إلى التعادل وإن كان ذلك لا ينصح به لأن الأراضى المائلة إلى الحموضة قليلاً هى أنسب الأراضى لزراعة الخضر.

٥ – معاملة التربة بسيناميد الكالسيوم:

تؤدى معاملة التربة بسيناميد الكالسيوم إلى زيادة محصول الكرنب حتى فى الأراضى الموبوءة بشدة بالفطر *P. brassicae*، وذلك لأنه يقلل حيوية جراثيم الفطر الساكنة فى التربة. ويتطلب تحقيق أعلى كفاءة ممكنة من سيناميد الكالسيوم رى التربة ريًا خفيفًا بعد معاملتها بالمركب حتى ترتفع الرطوبة الأرضية فى الهواء الموجود بفراغات التربة، وهو الذى يعمل عل إطلاق وإذابة وتوزيع السيناميد cyanamide الذى ينتج عن تحلل سيناميد الكالسيوم، ويعمل على تلامس السيناميد مع أكبر عدد من الجراثيم الساكنة فى التربة. ويتعين الزراعة فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين بعد المعاملة نظرًا لأن سيناميد الكالسيوم سريع التحلل، وهو يحمى النباتات من الإصابات المبكرة – التى تكون أشدّ تأثيرًا على المحصول – عن الإصابات التالية، وهى التى لا توفر المعاملة بسناميد الكالسيوم حماية منها (Klasse ١٩٩٦).

٦ – التسميد بمخلفات الدواجن (سماد الكتكوت):

أفاد استخدام سماد مخلفات الدواجن بمعدل ٣٠٠ جم للنبات (حوالى ٣,٥ طن للفدان) فى خفض شدة الإصابة بالمرض (Velandia وآخرون ١٩٩٨).

٧ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر فى بعض الأصناف من الكرنب، واللفت، والكيل، وكرنب بروكسل، والقنبيط، والبروكولى، والكرنب الصينى، والفجل. ولكن يعاب على استعمال الأصناف المقاومة أن الفطر يكوِّن – بسرعة – سلالات جديدة قادرة على التغلب على حالة المقاومة.

٨ – استعمال شتلات غير مصابة.

٩ – غمس جذور الشتلات قبل الزراعة فى ملاط رقيق القوام slurry، يتكون من ٤٪ كالومل calomel (كلوريد الزئبق)، أو يحتوى على مبيد البينوميل Benomyl، وهو أكثر فاعلية وأقل خطورة على الإنسان.

١٠ – توفير البورون:

عرف منذ أربعينيات القرن العشرين أن توفر البورون ساعد فى تقليل تأثر الصليبيات بالإصابة بالجذر الصولجانى، وقد وجد Dixon (١٩٩٦) أن البورون يمنع التحول من البلازموديم plasmodium إلى الاسبورانجيم sporangium فى الشعيرات الجذرية وفى خلايا البشرة.

١١ – غسل الآليات جيدًا عند تحركها من حقل مصاب إلى حقل آخر سليم.

١٢ – معاملات أخرى متنوعة:

أ – أدت معاملة التربة ببعض مضادات الأوكسينات، مثل 2,3,5-triiodobenzoic acid بتركيز ١٠ ميكروجرام/لتر، والإبوكسيدون epoxydon (وهو مركب مستخلص من الفطر *Phoma glomerata*) بتركيز ٢٥٠ ميكروجرام/مل .. أدت إلى حماية النباتات من الإصابة بالجذر الصولجانى، ويبدو أن المكافحة تمت من خلال منع تكوين الثآليل الجذرية التى تتطلب كثرة الانقسامات الخلوية، لأن مركب الإبوكسيدون لم يكن له نشاط قوى مضاد للميكروبات، كما لم يستحث فيها أى مقاومة مكتسبة (Arie وآخرون ١٩٩٨).

ب – أدى استعمال المواد الناشرة السائلة غير الأيونية، مثل أجرال Agral، وسيتووت بلص Citowet plus، وأكواجرو ٢٠٠٠ إل AquaGro 2000-L، وكذلك الصورة المحببة أكواجرو ٢٠٠٠ جى AquaGro 2000-G .. أدى استعمالها إلى خفض شدة الإصابة

بالجذر الصولجانى تحت ظروف الحقل، وازدادت فاعلية المكافحة بزيادة تركيز المادة الناشرة من ٠,١٪ إلى ٠,٢ ثم إلى ٠,٥٪، كما كان أكواجرو ٢٠٠٠ جى أكثر المواد الناشرة فاعلية وأقلها سمية لنباتات الكرنب الصينى التى استعملت فى الدراسة مقارنة بالتحضيرات السائلة. وقد أعطت إضافة التحضيرات السائلة بتركيز ٠,٥٪ إلى حفرة الشتل، أو إضافتها على دفعتين (بتركيز ٠,٢٪ عند الشتل، ثم بتركيز ٠,٢٪ بعد ١٠ أيام أخرى) أفضل مكافحة للمرض وأعلى محصول، وازداد عدد الرؤوس الصالحة للتسويق من ٤,٧٪ فى الكنترول إلى ٨٦,٧٪ – كمتوسط عام – لمختلف القطع التجريبية المعاملة، وذلك عند تلوث التربة بالمسبب المرضى. أما فى غياب *P. brassicae* فإن القطع المعاملة بالمواد الناشرة كانت الرؤوس فيها أصغر حجمًا وأقل جودة مما فى الكنترول، بسبب سمية المواد الناشرة. وقد كانت الصورة السائلة للتحضير أكواجرو ٢٠٠٠ إلى أقل التحضيرات السائلة سمية للنباتات (Hildebrand & McRae ١٩٩٨).

ولمزيد من التفاصيل عن تطفل الفطر وجهود التربية لمكافحته فى مختلف الصليبيات الكرنبية (*B. oleracea*) .. يراجع Voorrips (١٩٩٥).

الجذع الأسود

المسبب

يسبب الفطر *Phoma lingam* (= *Leptosphaeria maculans*) مرض الجذع الأسود black leg، أو تقرح الساق والأوراق فى الصليبيات.

الأعراض

يبدأ ظهور أعراض المرض فى النموات الخضرية الحديثة على صورة بقع بنية ورقية الملمس تجف بعد فترة، وتظهر بها نقط سوداء صغيرة من الأجسام الجرثومية للفطر. قد تموت النباتات المصابة وهى فى مرحلة البادرة، وتبقى الفلقات المصابة عالقة بها. أما البادرات التى لا تموت من جراء الإصابة .. فإنه تظهر عليها بقع زرقاء حول قاعدة الأوراق الفلقية، تتكون حولها – فى الجو الرطب – هالة بيضاء قطنية من ميسيليوم الفطر. وقد تظهر الأعراض بداية على صورة عفن جاف رمادى اللون بالساق عند سطح التربة أو بالقرب منه، تظهر به الأجسام الجرثومية السوداء للفطر، وتؤدى إلى تحليقه

(شكل ٤–٥، يوجد فى آخر الكتاب). تذبل النباتات المصابة، وتموت نتيجة لموت الساق والجذور. ويسبق موتها سهولة تعرضها للرقاد، وتكون عمومًا صغيرة ومتقزمة.

وإذا أصيبت نباتات الكرنب فى مرحلة متأخرة من نموها .. فإنها تبدو سليمة عند الحصاد، ولكن تظهر بالرؤوس بقع سوداء غائرة أثناء التخزين. وتؤدى الإصابة فى اللفت إلى تشقق السويقة الجنينية السفلى المتضخمة وتعرضها للعفن بفعل الإصابات الثانوية.

الظروف المناسبة للإصابة

تعيش الأجسام الجرثومية للفطر فى التربة لمدة ثلاث سنوات، وتتواجد فى بقايا النباتات المصابة، وعلى البذور، وتنتشر الإصابة بواسطة رذاذ المطر، وفى الجو الرطب المعتدل البرودة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – معاملة البذور بالماء الساخن على ٥٠°م، لمدة ٢٥ دقيقة فى الكرنب وكرنب بروكسل، ولمدة ٢٠ دقيقة فى القنبيط والبروكولى. ويفضل بدلاً من ذلك نقع البذور فى ماء يحتوى على ٢٪ ثيرام، أو ثيابندازول thiabendazole لمدة ٢٤ ساعة على درجة ٣٠°م.

٢ – اتباع دورة زراعية ثلاثية، أو رباعية.

٣ – تعقيم المشاتل ببروميد الميثايل.

٤ – تحسين الصرف، وحراثة بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة.

هذا .. وأكثر الصليبيات قابلية للإصابة بالمرض: الكرنب، والكرنب الصينى، وكرنب بروكسل، وكرنب أبو ركبة والخردل، وبعض أصناف الفجل. تأتى بعد ذلك مجموعة متوسطة القابلية للإصابة، وتشمل: القنبيط، والبروكولى، والكيل، والكولارد، وبعض أصناف اللفت. ومن الصليبيات القليلة القابلية للإصابة بعض أصناف اللفت، وكرسون الحديقة. وتوجد مجموعة رابعة من الصليبيات العالية المقاومة للمرض، وتشمل: فجل الحصان، والجرجير.

عفن الساق والجذر الفيتوفثورى

المسبب

يسبب الفطر *Phytophthora megasperma* مرض عفن الساق والجذر الفيتوفثورى phytophthora stem and root rot فى مختلف الصليبيات.

الأعراض

من أهم أعراض الإصابة بالمرض تغير لون حواف الأوراق القاعدية إلى اللون القرمزى، ثم موت الأوراق من القمة نحو القاعدة. وتبدو البقع التى تظهر على ساق النبات عند سطح التربة أو قريبًا منه رمادية اللون، وتأخذ شكل تقرحات فى نسيج القشرة، تكبر تدريجيًّا إلى أن تحلق الساق، ثم يموت النبات. وقد تؤدى إصابة الجذور إلى ذبول النباتات أو موتها كذلك. وتزداد فرصة موت النباتات فى حالات الإصابة المبكرة.

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب انتشار المرض الرطوبة الأرضية العالية، وسوء الصرف، ودرجة حرارة تتراوح بين ١٣، و ٢٥°م

المكافحة

يكافح المرض بتحسين الصرف، وعدم الإفراط فى الرى، وبزراعة الأصناف الأكثر تحملاً للإصابة، وهى تتوفر فى القنبيط.

عفن اسكليروتينيا (أو العفن الأبيض)

يسبب الفطران *Sclerotinia sclerotiorum*، و *S. minor* مرض عفن اسكليروتينيا Sclerotinia rot، أو العفن الأبيض white mold فى معظم الصليبيات، وعديد من الأنواع النباتية الأخرى.

الأعراض

تشتد الإصابة بالمرض فى حقول إنتاج البذور. يظهر على الأعضاء النباتية المصابة

(السيقان، والجذور، والرؤوس، والأوراق، والأزهار) نمو أبيض قطنى من ميسيليوم الفطر فى الجو الرطب، ثم يصبح النسيج النباتى تحت النمو الفطرى طريًا ومائيًا. وتتكون فى الأنسجة النباتية المصابة – وعليها – أجسام صغيرة سوداء، يطلق عليها اسم الأجسام الحجرية sclerotia (شكل ٤–٦، يوجد فى آخر الكتاب)، وهى أجسام يمكنها أن تبقى ساكنة فى التربة لمدة ٢–٣ سنوات.

وفى ظروف الرطوبة الأرضية العالية تموت النباتات المصابة. أما إذا ساد الجو رطوبة نسبية منخفضة بعد حدوث الإصابة، فإن النباتات لا تموت ولكن يظهر بسيقانها تقرحات بنية اللون لا يزداد اتساعها.

ويمكن أن يسبب هذا المرض – كذلك – خسائر أثناء الشحن والتخزين.

الظروف المناسبة للإصابة

تبقى الأجسام الحجرية للفطر فى التربة لفترات طويلة، ويناسب المرض حرارة تتراوح بين ١٠، و ٢٥°م، ورطوبة أرضية عالية.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – التخلص من بقايا النباتات المصابة، وحرث المتبقى منها عميقًا فى التربة.

٢ – تحسين الصرف.

٣ – غمر التربة بالماء أثناء الجو الحار – قبل الزراعة – بهدف التخلص من الأجسام الحجرية للفطر.

٤ – عدم الإفراط فى الرى.

٥ – استعمال المبيدات المناسبة فى مراقد البذور، مع رش البادرات بصورة جيدة إلى أن يتساقط المبيد على سيقانها.

الاصفرار (الذبول الفيوزارى)

المسبب

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans* مرض الاصفرار فى عديد

من الصليبيات، منها: الكرنب، والقنبيط، والبروكولى، وكرنب بروكسل، وكرنب أبو ركبة، والكيل، والكولارد.

ورغم أن الفطر يصيب جميع الصليبيات، إلاّ أنه يوجد تخصص فسيولوجى بين سلالاته، فالسلالة ١ تصيب كل محاصيل الخضر الصليبية، بينما تنتشر السلالة ٢ على الفجل، وتصيب أيضًا كل الخضر الصليبية الأخرى، ما عدا: الكرنب، والقنبيط، وكرنب بروكسل (Dixon ١٩٨١). هذا .. وقد ذكر أن مسبب المرض فى الفجل هو الفطر *F. oxysporum* f. sp. *raphani* (Univ. Calif. ١٩٨٧).

الأعراض

تبدأ أعراض الإصابة بالمرض على الأوراق بعد نحو ٢-٤ أسابيع من الشتل، فى صورة لون أخضر فاتح مائل إلى الأصفر. وقد تظهر الأعراض على سطح الورقة كله، أو جزء منه (شكل ٤-٧، يوجد فى آخر الكتاب)، وتكون عادة على أحد جانبى النبات، أو الورقة. وتكون النباتات المصابة متقزمة، ويتلون النسيج الوعائى فيها بلون بنى قاتم أو مائل إلى الأصفر (شكل ٤-٨، يوجد فى آخر الكتاب). ومع استمرار الإصابة .. تكتسب الأوراق المصابة لونًا بنيًا، ثم تجف وتسقط، بينما يستمر النبات فى النمو بصورة ضعيفة.

وتتشابه أعراض المرض مع أعراض الإصابة بالعفن الأسود الذى تسببه البكتيريا *Xanthomonas campestris*، ويمكن التمييز بينهما عن طريق لون العروق فى الأوراق المصابة، حيث تكون بنية اللون فى حالة الإصابة بالاصفرار، وسوداء اللون عند الإصابة بالعفن الأسود.

هذا .. وتموت نباتات الفجل المصابة، ويسبق ذلك تقزمها واصفرار الأوراق على أحد جانبى النبات، مع تلون الحزم الوعائية.

تحدث الإصابة بالاصفرار من خلال الجذور الحديثة. ويتقدم الفطر إلى أن يصل إلى النسيج الوعائى، حيث ينمو ويتجرثم. وتنتقل الجراثيم الكونيدية للفطر لأعلى فى أنسجة الخشب مع تيار ماء النتح.

الظروف المناسبة للإصابة

ينتقل الفطر من حقل لآخر مع التربة المصابة على الآلات الزراعية، وماء الرى السطحى، وكذلك التربة التى تذروها الرياح، ومع الشتلات المصابة. وهو يعيش فى التربة لسنوات عديدة ولا تفيد معه الدورة الزراعية. وتعتبر درجة الحرارة أهم العوامل البيئية تأثيرًا على حدوث الإصابة وتقدمها، ويتراوح المجال الحرارى الملائم من ٢٤-٢٩°م إلاّ أن الأعراض يمكن أن تبدأ فى الظهور - فى حرارة ١٥°م - فى الأصناف الشديدة القابلية للإصابة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - زراعة الأصناف المقاومة:

من أصناف الكرنب المقاومة Fortuna، و Columbia، و Constanza، و Tropicana، و Rocket، و Discovery، و Grand Prize، و Early Cole، و Charleston Wakfield، و Early Jersey Wakefield، و Globe، و Golden Acre، و Jersey Queen، و King Cole، و Stonehead، و Supermarket، و Wisconsin All Seasons، و Wisconsin Hollander، و Badger Market.

٢ - غمس جذور الشتلات قبل الشتل فى محلول من مبيد الزينب zienb بتركيز ١٪.

٣ - الاهتمام بالتسميد البوتاسى، حيث يساعد ذك فى تقليل حدة الإصابة.

ذبول فيرتسيلليم

المسبب

يسبب الفطر *Verticillium dahliae* مرض ذبول فيرتسيلليم Verticillium Wilt فى أكثر من ١٦٠ نوعًا بناتيًا، تتضمن معظم الصليبيات، ويحدث أضرارًا شديدة بالقنبيط على وجه الخصوص أكثر من أى من الخضر الصليبية الأخرى.

الأعراض

تتميز الأعراض فى الصليبيات بتقزم النباتات وظهور مناطق صفراء على شكل

حرف V بين العروق الرئيسية فى الأوراق عند الحواف، مع تلون أوعية الخشب بلون بنى قاتم يمكن رؤيته بسهولة عند قطع الساق قطعًا مائلاً. وقد تكون أعراض الاصفرار على جانب واحد من النبات في المراحل المبكرة للمرض كما فى حالة الذبول الفيوزارى ولا تؤدى الإصابة إلى موت النبات، ولكنها تؤدى إلى نقص المحصول.

الظروف المناسبة للإصابة

يمكن أن يعيش الفطر فى التربة على صورة جسيمات حجرية microsclerotia ساكنة لمدة ١٣ سنة، وهى تعد المصدر الرئيسى للإصابة بالمرض (عن Xiao & Subbarao ١٩٩٨).

ويناسب الإصابة بالمرض الجو البارد نسبيًا.

المكافحة

لا تتوفر المقاومة فى أى من عوائله من الخضر الصليبية، ويعتبر الكرنب وسطًا فى شدة حساسيته للإصابة بالفطر بين القنبيط الشديد الحساسية، والبروكولى الذى لا تظهر عليه أعراض الإصابة بالمرض على الرغم من قدرة الفطر على استعمار جذوره.

وتعتبر بسترة التربة بالإشعاع السمى Solarization هى الوسيلة الوحيدة المتاحة حاليًا – غير تعقيم التربة بالمبيدات – لمكافحة المرض. وتزداد فاعلية عملية بسترة التربة عند حرث بقايا الصليبيات فى التربة قبل بسترتها.

فمن المعروف أن بقايا الصليبيات التى تترك لتتحلل فى التربة تؤدى إلى خفض شدة الإصابة بالمرض فى الصليبيات التى تأتى بعد ذلك فى الدورة. ومرد ذلك إلى تأثير نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates التى توجد فى الصليبيات على الفطر.

ويعتبر البروكولى أقل الخضر الصليبية إصابة بفطر الفيرتسيلليم حتى وإن كانت التربة ملوثة بشدة بالفطر؛ فهو منيع ضد الإصابة بعزلات الفطر المتحصل عليها من غير الصليبيات، كما أن عزلات الفطر المتحصل علهيا من مختلف الصليبيات ضعيفة القدرة على إصابة البروكولى؛ ولذا .. فإن زراعة البروكولى قبل القنبيط أو غيره من الصليبيات الحساسة للفطر فى الدورة – مع حراثة بقايا نباتات البروكولى فى التربة – يوفر قدرًا

كبيرًا من الحماية للقنبيط ضد الإصابة بالفطر (Xiao وآخرون ١٩٩٨، و Bhat & Subbarao ٢٠٠١).

ويستدل من نتائج دراسات Shetty وآخرين (٢٠٠٠) أن إصابة القنبيط بذبول فيرتسيلليم تنخفض جوهريًّا عند زراعته فى أرض ملوثة بشدة بالفطر سبقت معاملتها ببقايا نباتات البروكولى.

وفى الأراضى الشديدة التلوث بالفطر تُحدث إضافة بقايا نباتات البروكولى إليها خفضًا واضحًا فى استعمار فطر فيرتسيلليم (لكل وحدة فطرية قادرة على إحداث الإصابة infective propagule) لجذور كل من القنبيط والبروكولى؛ بمعنى أن بقايا البروكولى فى التربة لا تقلل فقط من عدد الجسيمات الفطرية الحجرية الحية فى التربة، وإنما تقلل كذلك من قدرة الجسيمات الحجرية المتبقية على إحداث الإصابة (Shetty وآخرون ٢٠٠٠).

وتزداد فاعلية بقايا الصليبيات فى القضاء على جسيمات الفطر الحجرية فى التربة عندما تكون البقايا النباتية طازجة وقت إضافتها مقارنة بإضافتها وهى جافة، كما ترتبط شدة فاعليتها إيجابيًّا بكمية الجلوكوسينولات فى المحصول. كذلك تزداد فاعلية البقايا النباتية المحروثة فى التربة عندما تكون الحرارة ٢٠°م، وذلك مقارنة بالحرارة الأقل أو الأعلى من ذلك، ويحدث معظم الخفض فى أعداد الجسيمات الحجرية خلال الخمسة عشر يومًا الأولى من إضافة البقايا النباتية (عن Subbarao وآخرين ١٩٩٩).

وقد وجد Subbarao وآخرون (١٩٩٩) أن بقايا البروكولى (٢٠٠ كجم/٣٦م^{٢}) كانت إما مماثلة لكل من الكلوروبكرن والميثام صوديوم أو أكثر فاعلية عنها فى خفض أعداد جسيمات الفطر الحجرية فى التربة، إلاّ أن دراسة لاحقة (Koike & Subbarao ٢٠٠٠) أوضحت أن تبخير التربة بمخلوط بروميد الميثيل والكوروبكرن كان أكثر فاعلية فى مكافحة المرض عن بقايا البروكولى بالتربة.

يوجد بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates كلاً من الـ sulfides، والـ isothiocyanates، والـ thiocyanates، والـ nitrils، ولجميعها خصائص مثبطة أو قاتلة للفطريات.

البياض الزغبى

المسبب

يسبب الفطر *Peronospora parasitica* مرض البياض الزغبى downy mildew فى الصليبيات.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة فى البداية على صورة مناطق محددة صفراء أو بنية أو قرمزية اللون على السطح العلوى للورقة (شكل ٤-٨، يوجد فى آخر الكتاب)، يقابلها - على السطح السفلى - ظهور حوامل الجراثيم الأسبورنجية sporongiophores للفطر بما تحمله من جراثيم، وهى التى تعطى البقع المرضية مظهرًا زغبيًا ذا لون رمادى فاتح إلى أصفر مائل إلى البنى (شكل ٤-٩، يوجد فى آخر الكتاب). يزداد اتساع هذه البقع مع ازدياد الإصابة لكنها تكون عادة محددة بالعروق الرئيسية للورقة. وقد تظهر جراثيم الفطر على السطح العلوى للورقة أيضًا فى حالات الإصابة الشديدة. وقد تصاب البادرات بشدة؛ مما يؤدى إلى موت نسبة كبيرة منها. كما تصاب حقول إنتاج البذور بالمرض كذلك.

وتصاب رؤوس القنبيط، والبروكولى أيضًا، ويتغير لونها إلى اللون البنى وتتعفن أثناء التخزين. وتبدو الأعراض على صورة بقع بنية باهتة على النموات الزهرية (شكل ٤-١٠، يوجد فى آخر الكتاب) يكثر فيها التجرثم لارتفاع رطوبتها الداخلية عما فى الأوراق. أما العفن .. فيحدث عادة بفعل كائنات أخرى ثانوية.

كذلك تصاب جذور الفجل، واللفت.

الظروف المناسبة للإصابة

ينتقل المرض عن طريق البذور، ويعيش الفطر من موسم لآخر على مختلف الصليبيات التى تتداخل مواسم زراعتها، وبواسطة الجراثيم البيضية oospores الساكنة التى يمكن أن تحتفظ بحيويتها فى التربة لفترات طويلة.

وينتج الفطر جراثيمه الأسبورنجية على السطح السفلى للأوراق فى الجو البارد

الرطب، تحمل هذه الجراثيم أساسًا بواسطة التيارات الهوائية، وبدرجة أقل برذاذ المطر أو مياه الرى بالرش.

وبوصول الجراثيم الأسبورانجية إلى أنسجة العائل السليمة .. تبدأ دورة جديدة للمرض، ويكون ذلك كل حوالى ١٠ أيام فى الجو المناسب.

يناسب انتشار المرض كثرة الضباب والحرارة المنخفضة ليلاً فيما بين ٨ و ١٦°م مع عدم ارتفاع حرارة النهار عن ٢٤°م.

وقد أوضحت دراسات Achar (١٩٩٨) أن أفضل الظروف لإنبات الجراثيم الكونيدية للفطر كانت حرارة ٢٠°م و ١٠٠٪ رطوبة نسبية، كما كانت حرارة ٢٠°م هى الأنسب لنمو الأنابيب الجرثومية، وكان أفضل مجال حرارى للإصابة بين ١٥، و ٢٥°م مع ٩٠–١٠٠٪ رطوبة نسبية. وقد انخفضت نسبة الإصابة إلى ٤٠–٥٠٪ فى حرارة أقل من ١٥°م، وإلى ٣٥–٤٠٪ فى حرارة ٢٦–٣٠°م، بينما لم تحدث أى إصابة فى حرارة تزيد عن ٣٥°م.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى تتوفر حاليًا فى البروكولى، مثل Pirate، و Republic.

٢ – التخلص من بقايا النباتات المصابة، والحشائش الصليبية.

٣ – اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة لبقاء البادرات جافة قدر الإمكان، وتجنب زيادة الرى بالرش.

٤ – معاملة البذور بالماء الساخن على درجة ٤٨–٥٠°م لمدة ٢٠ دقيقة.

٥ – الرش الوقائى المتكرر بأحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل المانيب، والكلوروثالونيل، والميتالاكسل، والمانكوزيب.

٦ – الرش بحامض الفوسفونيك:

أدى رش نباتات القنبيط بحامض الفوسفونيك phosphonic acid فى الحقل قبل الحصاد بما لا يزيد عن ثلاثة أسابيع إلى خفض الإصابة بالبياض الزغبى بعد الحصاد.

وأدى الرش مرتان قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع وأسبوع واحد بمعدل ٢,٤ كجم من المادة الفعالة/هكتار (١,٠ كجم/فدان) إلى خفض إصابة الأقراص بالبياض الزغبى من ٩٢٪ فى الكنترول إلى ٨٪. وقد بلغ الحد الأقصى لمتبقيات الفوسفونيت phosphonate عند الحصاد ١٢ ميكروجرامًا/جرام (١٢ جزء فى المليون). ولم تلاحظ أى تأثيرات لمعاملة حامض الفوسفونيك على مظهر الأقراص أو موعد حصادها، ولكنها قللت المحصول معنويًا بنسبة ٨٪ (McKay وآخرون ١٩٩٢)

كذلك أدى رش بادرات القنبيط بالتحضير التجارى فيتوجارد Phytogard (وهو يحتوى على ٥٨٪ فوسفونات البوتاسيوم K_2HPO_3، و ٤٢٪ ماء) قبل أو بعد عدواها بالفطر المسبب للبياض الزغبى إلى توفير حماية كاملة لها (حيث منعت تجرثم الفطر عندما كان التركيز المستخدم ٠,٧٪ أو أعلى من ذلك. وفى النباتات الصغيرة توفرت الحماية الكاملة بتركيز ١,٠٪ وقد استمرت فاعلية المعاملة لمدة ١٥ يومًا فقط؛ مما يعنى أن تأثيرها لم يكن جهازيًا ولكن عندما أجريت المعاملة للنباتات – وهى بعمر ٣٠ يومًا – عن طريق التربة فإنها وفرت حماية لجميع الأوراق من الإصابة؛ وربما كان ذلك بسبب صعود المركب – مع الماء الممتص – إلى أعلى النبات (Bécot وآخرون ٢٠٠٠).

٧ – تنشيط المقاومة الجهازية بالنبات:

أدت معاملة بذور الكرنب والكيل بالمركب CGA245704 (يعرف كذلك باسم benzothiadiazole) – وهو منشط للمقاومة الجهازية المكتسبة – إلى حماية البادرات من الإصابة بالفطر *P. parasitica*، علمًا بأن المعاملة أثرت على تجرثم الفطر (Jensen وآخرون ١٩٩٨).

وفى دراسة أجريت على القنبيط أظهرت البادرات والنباتات الصغيرة التى حقنت بالفطر بعد معاملتها بالمركب benzothiadiazole بمدة يوم واحد إلى ثلاثين يومًا مقاومة جهازية ضد الإصابة بالفطر. وقد تأثر النمو النباتى سلبيًا بالمعاملة وازداد التأثير بزيادة تركيز المركب المستعمل، وعند تركيز ٠,٠٥ مجم من المادة الفعالة/مل – وهو التركيز الذى أحدث أكبر قدر من المقاومة الجهازية – كان النقص فى النمو حوالى ٢٢٪ (Godard وآخرون ١٩٩٩).

البياض الدقيقي

يسبب الفطر *Erysiphe cruciferarum* مرض البياض الدقيقي في الصليبيات.

تبدأ الإصابة على صورة بقع صغيرة نجمية الشكل على السطح العلوي للورقة، يظهر بها ميسيليوم الفطر. يستمر النمو الفطري وينتشر على سطح الورقة مرسلا ممصاته إلى خلايا البشرة، ولا ينمو بين خلايا العائل إلاّ بدرجة محدودة للغاية. ومع استمرار الإصابة .. تلتحم البقع المتجاورة حتى يغطي النمو الدقيقي للفطر سطح الورقة كله بلون رمادي فاتح. وتمتد الإصابة في الكرنب بروكسل لتشمل ساق النبات أيضًا، ويصاحب الإصابة في هذه الحالة تكون لون قرمزي في أنسجة النبات.

ينتشر المرض في الجو الجاف. وعندما تتعرض النباتات لنقص في الرطوبة الأرضية، ولكن إنبات الجراثيم يتطلب وجود رطوبة حرة.

ويكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – زراعة الأصناف المقاومة، وهي تتوفر في الكرنب (كما في الصنف Sanibel)، وكرنب بروكسل.

٢ – الرش الوقائي بمركبات الكبريت، مثل: الدينوكاب dinocap. تعطي هذه المركبات وقاية جزئية من المرض. أما المركبات الجهازية مثل البينوميل .. فإنها تكون غير فعالة في مقاومة المرض؛ لأن انتقالها داخل النباتات الصليبية في الجو البارد يكون بطيئًا (Dixon ١٩٨١).

الصدأ الأبيض

المسبب

يسبب الفطر *Albugo candida* مرض الصدأ الأبيض white rust في الصليبيات، وبدرجة خاصة في الفجل واللفت. ويعتبر المرض قليل الأهمية من الوجهة الاقتصادية برغم انتشاره الواسع.

وتجدر الإشارة إلى وجود سلالات فسيولوجية من الفطر، تتخصص على مختلف الصليبيات؛ فتوجد سلالة لا تصيب سوى الفجل، وأخرى خاصة بالمحاصيل التابعة

للنوع *B. oleracea*، مثل: الكرنب، والقنبيط، والبروكولى، وغيرها، وثالثة خاصة بفجل الحصان.

الأعراض

يحدث الفطر إصابة موضعية، وأخرى عامة. تكون الإصابة الموضعية على صورة بثرات مرتفعة قليلاً، وبيضاء لامعة بقطر ١-٢ مم على سطح الأوراق والسيقان. وقد تزيد أعداد البثرات بدرجة كبيرة، وتلتحم معًا. تتمزق بشرة العائل تحت ضغط البثرات التى تبدو حينئذٍ دقيقية المظهر، وإذا أصيبت سيقان البادرات، أو النموات الزهرية الصغيرة فإن الإصابة تكون جهازية، ويصاحبها تضخم وتشوه فى الأعضاء النباتية، خاصة فى الزهرة، مما يمنع تكوين البذور.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر من موسم لآخر على صورة جراثيم بيضية ساكنة فى التربة، وعلى صورة ميسيليوم فى الصليبيات المعمرة، والتى تتداخل مواسمها الزراعية. تنتشر الإصابة بواسطة الجراثيم الكونيدية التى تحملها التيارات الهوائية بسهولة، ويلزم توفر الرطوبة الحرة لإنبات الجراثيم. تحدث الإصابة من خلال الثغور فى مدى حرارى يتراوح من ١٠-٢٠°م (Walker ١٩٦٩).

المكافحة

يكفى برنامج الرش الوقائى لمكافحة مرض البياض الزغبى لمقاومة هذا المرض أيضًا.

مرض ألترناريا

المسبب

تحدث بعض أنواع الجنس *Alternaria* أضرارًا كبيرة بمحصول البذور فى الخضر الصليبية، وتعيش جميع هذه الأنواع فى التربة، وتنتقل بواسطة البذور المصابة. وأهم هذه الأنواع ما يلى:

١ - النوعان *A. brassicae*، و *A. brassicicola*: يصيبان كل الخضر الصليبية، ما عدا الفجل.

٢ – النوع *A. raphani* يصيب الفجل فقط.

الأعراض

تتميز أعراض الإصابة – التى تكثر على الأوراق المسنة – بظهور بقع دائرية صغيرة بقطر ٠,٥–٢,٥ سم، ذات حواف محددة (شكل ٤–١١، يوجد فى آخر الكتاب)، ومركز غائر، وحلقات مركزية، ومحاطة بهالة صفراء. ويؤدى تكون الجراثيم بكثرة فى موضع الإصابة – فى الجو الرطب – إلى تلون البقع بلون أسود فحمى فى حالة الإصابة بالفطر *A. brassicicola*، وبلون بنى مائل إلى البرتقالى عند الإصابة بالفطر *A. brassicae*. ومع تقدم الإصابة .. يصبح مركز البقع رقيقًا، وورقى الملمس ثم يجف، ويسقط. وقد تلتحم البقع المتجاورة معًا عند كثرتها، وتكون البقع مطاولة على السيقان وأعناق الأوراق.

يطلق على المرض – فى القنبيط – اسم العفن البنى brown rot؛ نظرًا لتكون بقع صغيرة بنية اللون على القرص، تكثر وتتسع إلى أن تشمل القرص كله. وتؤدى الإصابة بالفطر إلى تعفن جذور اللفت.

تزداد حدة الأعراض على الأفرع النورية فى حقول إنتاج البذور، حيث تظهر على الأجزاء الزهرية والقرون، وتنتقل منها إلى البذور. وعند زراعة بذور مصابة .. فإن البادرات التى تنتج منها تكون مغطاة ببقع صغيرة متحللة. كما يحدث *A. brassicae* ذبولاً طريًا فى الكرنب.

الظروف المناسبة للإصابة

يتراوح المجال الحرارى المناسب للإصابة من ٢٠–٢٧°م، ولكنها يمكن أن تحدث فيما بين ٦، و ٣٧°م. تزداد فرصة الإصابة عند توفر رطوبة حرة على سطح الأوراق، وعند كثرة الأمطار. تبدأ الإصابة غالبًا من بقايا النباتات المصابة ومن البذور المصابة التى قد تكون ملوثة – سطحيًا – بجراثيم الفطر، أو مصابة به داخليًا. وتنتشر جراثيم الفطر الكونيدية مع التيارات الهوائية.

وقد وجد أن جراثيم الفطر الكونيدية تنتشر بكفاءة عالية فى حقول الكرنب بواسطة الخنفساء البرغوثية *Phyllotreta cruciferae* (Dillard وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٢ – معاملة البذور بالماء الساخن على درجة ٥٠°م لمدة ٢٥ دقيقة.

٣ – الاستفادة من مصادر المقاومة المتوفرة فى الخردل، والقنبيط، وكرنب بروكسل فى تربية أصناف مقاومة.

٤ – الرش الوقائى بمركبات الداى ثيوكارباميت dithiocarbamates، مثل: المانيب، وكذلك مبيد كلوروثالونيل chlorothalonil.

تبقع الأوراق السركسبورى

المسبب

يسبب الفطر *Cercospora brassicicola* مرض تبقع الأوراق السركسبورى cercospora leaf spot فى مختلف الصليبيات.

الأعراض

تتباين البقع الورقية فى اللون من الأصفر الشاحب إلى الأبيض، وتكون محاطة بنسيج بنى. وقد تكون البقع دائرية أو غير منتظمة الشكل، وغالبًا ما تسقط الأوراق المصابة بشدة.

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب انتشار المرض الرطوبة العالية والحرارة المائلة إلى البرودة بين ١٣، و ١٨°م.

يمكن أن ينتقل الفطر المسبب للمرض عن طريق البذور، ولكنه غالبًا ما يتواجد بين المواسم الزراعية على الحشائش وبقايا النباتات فى التربة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – مكافحة الحشائش الصليبية.

٢ – اتباع دورة زراعية طويلة نسبيًّا.

٣ – الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة من بداية الموسم الزراعى (Petoseed Company ١٩٩٤).

التبقع الحلقى

يسبب الفطر *Mycosphaerella brassicicola* مرض التبقع الحلقى ringspot فى الصليبيات فى المناطق الباردة الرطبة.

الأعراض

تظهر الأعراض على جميع الأجزاء النباتية الهوائية، ولكن تزداد الإصابة فى النموات الناضجة. تبدأ الإصابة من خلال الثغور على صورة بقع صغيرة سوداء على سطحى الورقة، ثم تزداد فى الحجم تدريجيًّا حتى تصبح بقطر ٢–٣ سم. وتبدو بها بوضوح حلقات متتالية مركزية تمثل موجات متتابعة من النمو الفطرى، ذات لون أصفر مائل إلى الرمادى والبنى، وتظهر بها الأجسام الثمرية للفطر كنقط صغيرة سوداء اللون. وعندما يزداد عدد البقع كثيرًا فإن الورقة كلها تصبح صفراء اللون وحوافها ممزقة. وقد تنتقل الإصابة من الأوراق إلى ساق النبات، وتكون بقع الساق مستطيلة الشكل.

تنتقل الإصابات المتأخرة مع الأجزاء النباتية الاقتصادية إلى المخازن، حيث تتلف المحصول المخزن، وتزيد الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى.

الظروف المناسبة للإصابة

يتراوح المجال الحرارى الملائم للإصابة من ١٦–٢٠°م، وتناسبها الرطوبة العالية. وأهم مصادر العدوى هى بقايا النباتات المصابة فى التربة التى يعيش فيها الفطر.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – معاملة البذور بالماء الساخن على درجة ٤٥°م لمدة ٢٠ دقيقة.

٢ – الرش الوقائى كل أسبوعين بالمانيب، أو المانكوزب، أو البينوميل.

٣ – الاهتمام بالتسميد البوتاسي.
٤ – حرث بقايا النباتات عميقاً في التربة.
٥ – زراعة الأصناف المقاومة التي تتوفر في بعض أصناف القنبيط وكرنب بروكسل.

الجرب

المسبب

يسبب الفطر *Streptomyces scabies* مرض الجرب Scab في بعض الصليبيات، وبخاصة في الفجل.

الأعراض

مع بداية زيادة الجذور في الحجم تظهر على سطحها البقع المميزة للمرض، وهي بقع صغيرة يبلغ قطرها ملليمتر واحد، وتكون سطحية وبيضاء اللون. وتدريجيًّا تزداد هذه البقع في المساحة وتصبح حافتها فاتحة اللون ومركزها داكنًا وقد تحدث فيها إصابات ثانوية تجعلها طرية ومتغيرة اللون.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر في الأراضي المتعادلة والقلوية، ويناسب الإصابة نقص الرطوبة الأرضية وضعف التسميد.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلي:
١ – اتباع دورة زراعية طويلة.
٢ – مكافحة الحشائش ذات الجذور اللحمية، مثل الـ *Amaranthus* sp.
٣ – محاولة خفض pH التربة.

العفن الأسود البكتيري

المسبب

تسبب البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* مرض العفن الأسود black rot في مختلف الصليبيات.

الأعراض

تبدأ أعراض الإصابة على صورة ذبول موضعي في حواف الأوراق، يتبعه اصفرار تلك الحواف. وقد تبدأ الإصابة أحيانا بظهور بقع ورقية في مواقع الجروح التي تحدثها الحشرات. ويلي ذلك تحول الأنسجة الصفراء إلى اللون البني الضارب إلى الاصفر، وتنتشر البقعة على شكل حرف V يكون جانبها المدبب متجهًا نحو مركز الورقة (شكل ٤-١٢، يوجد في آخر الكتاب). ويعقب ذلك تغير لون المساحات المصابة إلى البني، ثم موتها (شكل ٤-١٣، يوجد في آخر الكتاب).

مع ازدياد البقع الورقية في المساحة تمتد الإصابة نحو قواعد الأوراق، ثم تتحلل الأنسجة المصابة ويتغير لون الأوعية فيها إلى اللون البني أو الأسود. وتنتشر الإصابة بعد ذلك خلال النسيج الوعائي من قاعدة الورقة، إلى عنقها، ثم إلى الساق، حيث يشاهد في القطاع العرضي لأي من هذه الأجزاء تلونًا بنيًا ضاربًا إلى السواد في النسيج الوعائي (شكل ٤-١٤، يوجد في آخر الكتاب) يخرج منه إفرازات بكتيرية لزجة صفراء اللون، وهو ما يميز الإصابة بالعفن الأسود البكتيري عن الذبول الفيوزاري الذي تتلون فيه الأوعية الخشبية - كذلك - باللون البني.

كذلك يمكن تمييز المرض بسهولة بنزع ورقة مصابة بشدة وفحص مكان القطع في قاعدة الورقة، حيث يشاهد النسيج الوعائي وقد تغير لونه إلى الأسود.

وقد تنتشر الإصابة من الساق إلى الأوراق لأعلى من تلك التي بدأت فيها الإصابة. وفي هذه الحالة تشاهد بقع صفراء بتلك الأوراق، تحدث نتيجة للإصابة الجهازية. وقد تبدو النباتات المصابة بهذه الطريقة متقزمة، كما قد تزداد شدة الإصابة في أحد جوانبها عما في الجانب الآخر. وتكون رؤوس الكرنب التي تكونها النباتات المصابة صغيرة الحجم، وقد تسقط أوراقها الخارجية.

وقد يستمر تقدم الحالة المرضية في رؤوس الكرنب أثناء التخزين؛ مما يجعلها غير صالحة للتخزين. وغالبًا ما تحدث الإصابة بالعفن الطري بعد الإصابة بالعفن الأسود؛ مما يحول رأس الكرنب (الساق والأوراق) إلى كتلة مائية مهتدئة كريهة الرائحة.

وقد تؤدي الإصابة الشديدة في القنبيط إلى اكتساب القرص طعمًا غير مقبول.

ويؤثر المرض على كل من المحصول التجارى ومحصول البذور، وخاصة فى الكرنب والقنبيط.

الظروف المناسبة للإصابة

يمكن أن تعيش البكتيريا فى بقايا النباتات المتحللة فى التربة لمدة عامين، كما يمكن للبكتيريا إصابة الحشائش الصليبية؛ مما يجعلها مصدرًا لإصابة المحصول بالبكتيريا. وقد تحمل البكتيريا على البذور؛ مما يؤدى إلى إصابة البادرات.

وبينما لم يمكن للبكتيريا المسببة للمرض البقاء فى التربة لأكثر من ٢٠ يومًا فى حرارة ٢٠°م، ولمدة ٤٧ يومًا فى حرارة ٥°م، فإنها احتفظت بحيويتها وهى فى بقايا السيقان النباتية المصابة فى التربة لمدة وصلت إلى ٤٩٣ يومًا عند السطح، وإلى ٥٥١ يومًا عند عمق ٢٠ سم (Dzhalilov & Tiwari ١٩٩٥).

وتعتبر بقايا النباتات المصابة فى التربة من أهم مصادر الإصابة بالبكتيريا المسببة للمرض (Kooks & Zadoks ١٩٩٦).

كما تصيب البكتيريا – كذلك – عددًا كبيرًا من الحشائش التى تعد من المصادر الهامة للإصابة الأولية بالمرض فى حقول الصليبيات (Mahiar & Khlaif ١٩٩٩).

وتعد المشاتل المصابة من أكبر مصادر انتشار البكتيريا، وتزداد خطورة ذلك عند نمو النباتات فى المشاتل فى ظروف حرارة عالية ومستويات تسميد مرتفعة، وعند نقع الشتلات فى الماء قبل شتلها، وعند تكرار الزراعة فى نفس المشاتل الحقلية سنة بعد أخرى.

يمكن أن تحدث الإصابة بالبكتيريا من خلال الجروح الميكانيكية وتلك التى تحدثها تغذية الحشرات، والفتحات الطبيعية بالأوراق. وعلى الرغم من شيوع الإصابة من خلال الثغور المائية، فإن الإصابة من خلال الثغور العادية يمكن أن تحدث عند تعرض النباتات لأمطار غزيرة. كما يمكن للبكتيريا أن تصيب النبات – كذلك – من خلال الجروح الطبيعية بالجذور، ويزداد حدوث ذلك خلال فترات تشبع التربة بالماء.

ويناسب انتشار الإصابة ظروف الحرارة المرتفعة نهارًا مع الحرارة المنخفضة ليلاً،

حيث تظهر نقط الماء عند الثغور المائية، وهي التي تشكل ممرًا جيدًا للإصابة بالبكتيريا.

وفي حرارة ٢٧-٣٠°م يمكن أن تظهر أعراض المرض في خلال ١٠-١٢ يومًا، ولكن في ظروف الجو البارد قد لا تظهر أية أعراض مرضية حتى ترتفع درجة الحرارة، حيث تظهر الأعراض فجأة فيما كان يبدو محصولاً سليمًا.

ويمكن أن ينتشر المرض بين الحقول وداخلها بواسطة الهواء، ورذاذ الأمطار ومياه الري بالرش، وبالعزيق والآليات، والحشرات، والحيوانات، وحركة مياه الري والصرف الملوثة بالبكتيريا.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلي:

١ - اتباع دورة زراعية ثلاثية، مع مكافحة الأعشاب الضارة الصليبية.

٢ - حرث بقايا النباتات المصابة عميقا في التربة.

٣ - التخلص من أي نباتات صليبية تظهر في الحقل من زراعات سابقة.

٤ - عدم استعمال الأسمدة العضوية التي تحتوي على بقايا نباتات صليبية.

٥ - عدم تكرار زراعة المشاتل في نفس الموقع سنة بعد أخرى، أو بعد زراعات الصليبيات، أو قريبًا من حقول الصليبيات.

٦ - استخدام بذور سليمة خالية من الإصابة في الزراعة.

٧ - معاملة البذور بالماء الساخن على ٥٠°م لمدة ٢٥ دقيقة.

وقد أمكن تخليص بذور الكرنب من البكتيريا المسببة للمرض بمعاملتها بالحرارة الجافة (الهواء الساخن) لمدة ٦ أيام على ٧٠°م دون التأثير على حيويتها، بينما أدى تعريض البذور لحرارة ٧٥°م ولو لمدة يوم واحد إلى فقدها لحيويتها. كذلك أفاد تعريض البذور لحرارة ٤٠°م لمدة ٢٤ ساعة ثم تعريضها لحرارة ٧٥°م لمدة ٥-٧ أيام في التخلص من البكتيريا دون التأثير على حيويتها (Shiomi ١٩٩٢).

كما أفادت معاملة بذور الكرنب والقنبيط والكيل المصابة طبيعيًا بالبكتيريا *X. Campestris* pv. *campestris* .. أفادت معاملتها بالنقع في محلول ٠,٥٢٥٪ NaOCl

(١ : ١٠ كلوراكس إلى ماء) على حرارة ٥٠–٥٣°م لمدة ١٥ دقيقة فى تخليصها من معظم البكتيريا، ولكن إنباتها تأثر سلبيًا بالمعاملة الحرارية. وبينما قل التأثير السلبى على إنبات البذور بتقصير فترة النقع إلى عشر وإلى خمس دقائق، فإن تأثير المعاملة على البكتيريا قل بدوره (Babadoost وآخرون ١٩٩٦).

٨ – كذلك أدت معاملة بذور القنبيط الملوثة بالبكتيريا المسببة للمرض بسلالة من البكتريا *Paenibacillus polymyxa* إلى خفض أعداد البكتيريا المرضة/نبات جوهريًا، ولكنها لم تقض عليها (Pichard & Thouvenot ١٩٩٠).

٩ – زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة، وهى تتوفر فى الكرنب وبعض الصليبيات الأخرى.

ومن أمثلة أصناف الكرنب التى تتحمل الإصابة: Constanza، و Fortuna، و Tropicana، و Cheers، و Cup Green، و Zerlina، و Bravo، و Protector، و Ruby Perfection، و Red Head.

١٠ – تجنب الرى بالرش.

١١ – وجد أن التسميد بالبورون يؤدى إلى خفض شدة الإصابة بالمرض. وبينما لم يكن للتسميد بالنيتروجين علاقة بشدة الإصابة المرضية، فإن الاحتياجات السمادية من البورون ازدادت بزيادة معدلات التسميد بالنيتروجين، وذلك فيما يتعلق بكل من زيادة المحصول وخفض شدة الإصابة بالمرض (Kumar & Sharma ١٩٩٧).

١٢ – مكافحة الحشائش الصليبية جيدًا.

١٣ – مكافحة الحشرات التى تُحدث جروحًا بالأوراق.

١٤ – عدم إجراء عمليات زراعية أثناء تواجد الندى على النباتات.

١٥ – الرش بالمبيدات النحاسية.

١٦ – تعقيم الآلات الزراعية بالبخار.

١٧ – تعقيم سلال حمل الشتلات قبل استعمالها.

تبقع الأوراق البكتيرى

المسبب

تسبب البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola* مرض تبقع الأوراق البكتيرى الذى يصيب الصليبيات، وخاصة القنبيط. ويعرف المرض كذلك باسم peppery leaf spot.

الأعراض

تظهر أعراض المرض أولا على صورة بقع صغيرة مائية، على السطح السفلى للورقة، تتحول فى خلال أيام قليلة إلى بقع متحللة غير منتظمة الشكل، وذات لون بنى إلى أرجوانى.

تكون البقع المرضية غائرة قليلاً، ويصل قطر كل واحدة منها إلى ٣ ملليمترات، وغالبًا ما تلتحم كل عدة بقع معًا لتكون بقع أكبر مساحة تكون غير منتظمة الشكل، ولتعطى الأوراق مظهرًا خشنًا وممزقًا. وفى حالات الإصابة الشديدة قد تصبح الأوراق صفراء اللون وتسقط.

وفى أقراص القنبيط تُحدث البكتيريا بقعًا صغيرة رمادية اللون تتحول إلى لون بنى، وقد تكون هذه البقع سطحية أو تمتد إلى الأنسجة المحيطة بالساق الداخلية للقرص. ويمكن أن تسبب الإصابة بالكائنات الثانوية عفنًا طريًا.

الظروف المناسبة للإصابة

تعيش البكتيريا المسببة للمرض فى التربة، وفى بقايا النباتات المصابة. وتزداد شدة الإصابة فى الجو البارد الرطب، وفى المواسم المطرة، وعند الرى بطريقة الرش. ويعتقد بأنها تنتقل عن طريق البذور.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٢ – حرث بقايا النباتات عميقًا فى التربة.
٣ – استعمال بذور خالية من البكتيريا فى الزراعة.
٤ – عدم زراعة الشاتل فى أرض ملوثة بالبكتيريا.
٥ – تجنب الرى بالرش (Univ. Calif. ١٩٨٧).

العفن الطرى البكتيرى

المسبب

تسبب البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*، و *Pseudomonas* spp. مرض العفن الطرى البكتيرى bacterial soft rot، الذى يصيب جميع الخضروات، بما فى ذلك الصليبيات. وتزداد الإصابة بصورة خاصة فى الكرنب الصينى الذى يعد أكثر حساسية للبكتيريا. وقد يمكن مشاهدة المرض فى الحقل فى كل من الكرنب، واللفت، والروتاباجا، إلا أن المرض يكون أكثر خطورة أثناء الشحن والتخزين.

كذلك تسبب سلالة خاصة من البكتيريا *P. fluorescens* – قادرة على تحليل البكتين pectolytic strain – تسبب مرض عفن الرأس فى البروكولى. تفرز هذه البكتيريا مركبًا يعرف باسم viscosin، لا يعد سامًا للأغشية الخلوية، ولكنه يعمل كمادة منظفة detergent تغير كثيرًا من الطبقة الشمعية التى تغطى الأديم وتذيبه، وتعمل كمادة ناشرة قوية؛ الأمر الذى يسهّل على البكتيريا إحداث الإصابة (Hildebrand وآخرون ١٩٩٨).

الأعراض

يبدأ ظهور الأعراض على صورة بقع مائية، ثم تتحلل أنسجة النبات وتنتشر الإصابة لتحول العضو المصاب إلى كتلة من نسيج عفن طرى أسود اللون ذى رائحة كريهة مميزة. تحدث الإصابة بالبكتيريا عادة من خلال الجروح الميكانيكية، وتلك الجروح التى تحدثها الحشرات أثناء تغذيتها. يزداد انتشار المرض فى الجو الحار الرطب.

وفى البروكولى يؤثر المرض على كل من البراعم الزهرية والساق النورية، وتظهر الإصابة فى البداية على صورة بقعة مائية المظهر لا تلبث أن تكبر، وتتهتك، وتتعفن.

الظروف المناسبة للإصابة

تعيش البكتيريا المسببة للمرض فى التربة وفى بقايا النباتات. ويزداد انتشار المرض عقب الفترات المطرة.

يمكن أن تحدث الإصابة من خلال الجروح التى تُحدث بواسطة الحشرات، أو أثناء العزيق، والحصاد، والتداول. ويؤدى تواجد غشاء مائى على سطح النسيج النباتى لعدة أيام إلى تنشيط بكتيريا الـ *Pseudomonas* spp. لإحداث الإصابة. كما تكثر الإصابات الثانوية بواسطة بكتيريا *Erwinia* spp. كذلك يمكن أن تحدث الإصابة بالعفن الطرى بعد الإصابة بالعفن الأسود. ويمكن لعدة أنواع من الحشرات نقل البكتيريا، إلاّ أن التربة الملوثة تعد هى المصدر الرئيسى للبكتيريا التى تبدأ منها الإصابة.

تحدث الإصابة فى الجو الرطب، ويتقدم المرض بعد ذلك فى حرارة ٢٥-٣٠°م.

يناسب الرى بالرش كثيرًا انتشار الإصابة بالمرض، وتنخفض شدة الإصابة إلى النصف بإطالة الفترة بين الريّات - بالرش - من يومين إلى كل ثمانية أيام (Ludy وآخرون ١٩٩٧).

المكافحة

يكافح مرض الذبول الطرى البكتيرى بمراعاة ما يلى:

١ - مكافحة الحشرات.

٢ - السماح بجفاف المنتَج قبل تخزينه أو تعبئته لأجل الشحن.

٣ - تجنب تجريح المنتَج.

٤ - التخزين والشحن على حرارة لا تزيد عن ٤°م (Petoseed Company ١٩٩٤).

الفيروسات

إن من أهم الفيروسات التى تصيب الكرنب والصليبيات الأخرى، ما يلى:

فيرس موزايك القنبيط Cauliflower Mosaic Virus

يعتبر فيرس موزايك القنبيط من الفيروسات غير المتبقية non-persistent، بمعنى أن

الحشرات الناقلة له تكون قادرة على اكتسابه بمجرد تغذيتها على النبات المصاب، وتكون قادرة على نقله إلى النباتات السليمة بعد ذلك مباشرة، وبمجرد تغذيتها عليها، ولكن لفترة قصيرة، يلزم بعدها تغذية الحشرة على نبات مصاب من جديد لكي تستمر قادرة على نقل الفيرس.

وينتقل الفيرس بنحو ٢٧ نوعًا من المنّ، منها: من الكرنب *Brevicoryne brassicae*، ومن الخوخ *Myzus persicae*، ومن القطن *Aphis gossypii*.

يصيب الفيرس مختلف الصليبيات، وتظهر الأعراض على الأوراق الصغيرة للقنبيط على صورة شفافية بالعروق، مع نموات سطحية بارزة enations أحيانًا. ومن أهم مظاهر الإصابة على النباتات الناضجة تحوط العروق vein banding بلون أخضر قاتم، وفقد الكلوروفيل في الأنسجة التي توجد بين العروق، ثم ظهور تبرقشات خضراء فاتحة، أو صفراء متناثرة بين مناطق ذات لون أخضر قاتم. وتظهر على نباتات الكرنب أعراض مماثلة إذا أصيبت، ولكنها لا تصاب عادة في الظروف الطبيعية.

يناسب تطور المرض – بعد حدوث الإصابة بالفيرس – حرارة تتراوح بين ١٦، و ٢٠°م.

ويمكن تجنب الإصابة بالفيرس بمراعاة ما يلي:

١ – التخلص من بقايا النباتات المصابة.

٢ – السماح بمرور فترة لا تقل عن شهر بين الزراعة الجديدة والسابقة.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة أو القادرة على تحمل الإصابة، علمًا بأن معظم أصناف الكرنب تتحمل الإصابة بالفيرس.

٤ – مكافحة الحشائش.

فيرس موزايك اللفت Turnip Mosaic Virus

ينتقل فيرس موزايك اللفت بواسطة عدة أنواع من المنّ، منها: منّ الكرنب، ومَنّ الخوخ. يمكن لحشرة المنّ أن تكتسب الفيرس في خلال دقيقة واحدة من تغذيتها على نبات مصاب، ثم تصبح قادرة على نقله إلى نبات سليم في غضون دقيقة أخرى.

يصيب الفيرس مدى واسعًا من العوائل في العائلات: الصليبية، والرمرامية،

والمركبة، والباذنجانية. توجد منه سلالتان رئيسيتان، هما: السلالة العادية ordinary strain – والتي يطلق عليها فيرس موزايك اللفت – وسلالة تبقع الكرنب الحلقى الأسود cabbage black ringspot strain. تُحدث السلالة الأولى أعراضها على اللفت على صورة شفافية بالعروق vein clearing، مع موزايك ثم اصفرار المساحات بين العروق فى الورقة. ومع تقدم الإصابة .. تبدو الأوراق صغيرة، وتظهر بها بقع حلقية على حواف المناطق الصفراء، وتظهر خطوط متحللة على أعناق الأوراق، والعروق. أما سلالة التبقع الحلقى الأسود .. فإنها تعطى أعراضًا مماثلة، ولكنها تكون شديدة فتظهر على أوراق الكرنب بقع سوداء حلقية فى غضون ٢٠ يومًا من الإصابة. ويكون الموزايك هو أوضح الأعراض على القنبيط، والبروكولى.

يناسب تطور المرض – بعد حدوث الإصابة – حرارة تتراوح بين ٢٠، و ٢٨°م .

تتحمل معظم أصناف الكرنب الإصابة بالفيرس، ويكافح بمقاومة حشرة المنّ الناقلة له.

فيرس موزايك الفجل Radish Mosaic Virus

ينتقل فيرس موزايك الفجل بواسطة عدد من الخنافس منها خنفساء الخيار المنقطة، ويصيب مختلف الصليبيات.

تظهر الأعراض على الفجل – فى البداية – على صورة بقع صغيرة دائرية إلى غير منتظمة الشكل صفراء اللون، إلى جانب العروق وبينها فى الورقة. تزداد البقع عددًا حتى تصبح الورقة مغطاة بموزايك كثيف. أما فى الكرنب والقنبيط .. فتكون الإصابة جهازية، وتظهر بالأوراق بقع صفراء وأخرى متحللة. هذا .. وتوجد المقاومة للفيرس فى بعض أصناف اللفت والخردل.

ويكافح المرض بمقاومة الحشرات الناقلة للفيرس.

فيرس تغضن اللفت Turnip Crinkle Virus

ينتقل فيرس تغضن اللفت بواسطة اليرقات والحشرات الكاملة لبعض الـ flee beetles من جنسى: *Phyllotreta*، و *Psylliodes*، ويصيب بعض الصليبيات. توجد

منه سلالتان، إحداهما تعطى أعراضًا طفيفة، والأخرى تعطى أعراضًا شديدة .. والأعراض، هى: ظهور تغضن، وتبرقش بالأوراق مع التفاف حوافها وتشوهها.

النيماتودا

نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes

أكثر أنواع نيماتودا تعقد الجذور إصابة للصليبيات، هى: *Meloidogyne incognita*، و *M. arenaria*، و *M. javanica*، و *M. hapla* ولا يوجد النوع الأخير الاّ فى المناطق الباردة.

تفقس اليرقات من البيض، وهى فى مرحلة النمو اليرقى الثانية، وتخترق الجذور بالقرب من القمة النامية، ويتبع ذلك تكوين ثآليل جذرية مميزة. وتحتاج النيماتودا إلى نحو ٢-٣ أسابيع لإكمال دورة حياتها صيفًا، بينما يستغرق ذلك عدة أشهر شتاء.

تصيب نيماتودا تعقد الجذور عدة آلاف من الأنواع النباتية، كما يمكن لنسبة كبيرة من البيض أن تعيش فى التربة لمدة سنتين أو أكثر. وتتواجد النيماتودا فى مختلف أنواع الأراضى، ولكن يزداد انتشارها فى الأراضى الخشنة القوام، مثل: الرملية، والرملية الطميية، والطميية الرملية.

يؤدى تكوين الثآليل إلى تلف المجموع الجذرى للنبات؛ فتتقزم البادرات والنباتات النامية فى الحقل، وقد تذبل إذا تعرضت لدرجات حرارة عالية، أو لأى نقص فى الرطوبة الأرضية.

النيماتودا المتحوصلة Cyst Nematodes

تصاب الصليبيات بنوعين من النيماتودا المتحوصلة، هما: نيماتودا بنجر السكر المتحوصلة *Heterodera schachtii*، ونيماتودا الكرنب المتحوصلة *H. cruciferae* يصيب النوع الأول عدة أنواع نباتية أخرى غير الصليبيات، منها: بنجر السكر، وبنجر المائدة، والسبانخ، بينما لا يصيب النوع الثانى سوى الصليبيات.

وكما فى نيماتودا تعقد الجذور .. فإن الإصابة بالنيماتودا المتحوصلة تبدأ بالطور

اليرقى الثانى - بعد فقس البيض مباشرة - حيث تخترق الجذور بعد القمة النامية مباشرة. تُتلف النيماتودا أنسجة الجذور أثناء تغذيتها، وتنمو الإناث منها لتصبح حوصلات cysts، بنية اللون، ممتلئة بالبيض تظل عالقة بالجذور، أو تسقط منها بعد تحللها، ويمكن رؤيتها بسهولة بالاستعانة بعدسة مكبرة. يمكن للبيض أن يعيش فى التربة لعدة سنوات، ويفقس من ٤٠-٦٠٪ منه سنويًا فى الظروف المناسبة.

يمكن لنيماتودا بنجر السكر المتحوصلة أن تتكاثر فى مدى حرارى يتراوح من ١٠-٣٢°م، ولكن المجال المناسب يتراوح من ٢١-٢٧°م. أما نيماتودا الكرنب المتحوصلة .. فتحتاج إلى جو بارد نسبيًا، ويعيش كلاهما فى مختلف أنواع الأراضى من الرملية إلى الطينية، والعضوية.

تؤدى الإصابة إلى تلف المجموع الجذرى؛ مما يؤدى إلى تقزم البادرات ونقص محصول النباتات البالغة. وتظهر الإصابة فى الحقل على شكل مناطق تكون فيها النباتات متقزمة، وتزداد المساحة التى تظهر بها هذه الأعراض موسمًا بعد آخر. وتتشابه أعراض المرض مع الأعراض التى يسببها غدق التربة وارتفاع مستوى الماء الأرضى، حيث تكون النموات الخضرية شاحبة، ثم تصبح صفراء اللون، وتذبل فى الجو الحار، وعند نقص الرطوبة الأرضية، وتكون الرؤوس المتكونة صغيرة الحجم.

مكافحة النيماتودا

تكافح النيماتودا بمراعاة ما يلى:

١ - ينتقل البيض بسهولة على الآلات الزراعية الملوثة به، ومع التربة، وماء الرى؛ لذا .. يجب اتخاذ الاحتياطات التى تمنع انتقال النيماتودا بأى من هذه الطرق؛ فتغسل الآلات الزراعية جيدًا، ويوقف نقل التربة من الحقول الملوثة، ويتجنب تحرك الماء السطحى خارج الحقول الملوثة نظرًا لأن الحوصلات الجافة تطفو على سطحه.

٢ - عدم تغذية الماشية على النباتات المصابة؛ لأن الحوصلات يمكن أن تمر من القناة الهضمية للحيوان دون أن تتأثر حيوية البيض فيها.

٣ - حرث بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة.

٤ - تفيد الدورة الزراعية مع النيماتودا المتحوصلة؛ لأن مدى عوائلها قليل نسبيًا،

ويقل تعدادها بمقدار ٥٠٪ سنويًا فى غياب العائل، حيث يفقس من ٤٠-٦٠٪ من البيض سنويًا، ثم تموت اليرقات.

٥ - تعقيم المشاتل ببروميد الميثايل، ومعاملة تربة الحقل قبل الزراعة بمبيد التيلون Telone II ٢، وهو 1,3-dichloropropene. تكون المعاملة الحقلية أكثر فاعلية فى الأراضى الخشنة القوام، وفى الجو المعتدل والدافئ الذى تتراوح درجة حرارته من ١٠-٢٢°م. ويفضل أن تكون التربة رطبة نوعًا ما (بها حوالى ٤٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية) عند المعاملة.

الهالوك

يمكن أن تؤدى الإصابة بالهالوك *Orobanche aegyptiaca* - وهو نبات زهرى متطفل - إلى فشل نباتات الكرنب تمامًا فى تكوين الرؤوس، وإذا ما تكونت فإنها تكون صغيرة الحجم وغير صالحة للتسويق بسبب استهلاك طاقة النبات فى نمو الهالوك.

وقد كوفح هذا الطفيل بكفاءة تحت ظروف الحقل برش نباتات الكرنب مرتان بالجلايفوسيت glyphosate بمعدل ٦٠-١٠٠ جم من المادة الفعالة/هكتار (٢٥-٤٢ جم/فدان)، أو بالإيمازاكوين imazaquin بمعدل ٥-١٠ جرامات للهكتار (٢,١-٤,٢ جم/فدان) (Americanos & Vouzounis ١٩٩٥).

الحشرات

تصاب الصليبيات بالآفات الحشرية التالية:

الحفار

تتغذى حشرة الحفار *Gryllotalpa gryllotalpa* على جذور بادرات الصليبيات، وعدد آخر كبير من محاصيل الخضر، والمحاصيل الحقلية، ومختلف الأنواع النباتية، وتقرضها تحت سطح التربة؛ مما يؤدى إلى رقادها، أو ذبولها وموتها. يبلغ طول الحشرة الكاملة نحو ٥ سم أو أكثر. ويستدل على الإصابة بظهور الأنفاق على سطح التربة بعد الرى.

وتكافح الحشرة باستعمال طعم سام يتكون من هوستاثيون ٤٠٪، بمعدل ١,٢٥ لتر للفدان، يخلط مع ٢٥ كجم نخالة مبللة بالماء، وينثر بعد الرى بيوم أو يومين قبل الغروب.

دودة اللفت القارضة

تصيب دودة اللفت القارضة Agrotis segetum بادرات الخضر الصليبية، وجذور اللفت، والجزر، وعددًا آخر من الخضروات.

يبلغ عرض الحشرة الكاملة عند الجناحين ٣ سم، ويختلف لونها من الرمادى إلى البنى المائل إلى الأحمر. تضع الإناث بيضها على سيقان النباتات قرب سطح التربة، وتتغذى اليرقات فى بداية عمرها على الأوراق السفلية للنبات، ثم تنزل إلى التربة، حيث تتغذى على الجذور وأجزاء الساق الموجودة تحت سطح الأرض، ويؤدى ذلك إلى تقصف النباتات الصغيرة عند سطح التربة. يبلغ طول اليرقة التامة النمو من ٢,٥–٣,٥ سم، وهى ذات لون رمادى مائل إلى الأخضر.

وتكافح الدودة القارضة بالرش بالأندرين بنسبة ٠,٢٪ واستعمال طعم سام يتكون من ديلدرين ٢٠٪ (مسحوق قابل للبلل)، بمعدل ١,٥ كجم لفدان مع ٢٥ كجم نخالة، ولتر عسل أسود (دبس)، و ٢٦–٣٠ لتر ماء. يترك المخلوط إلى أن يتخمر، ويضاف قبل الغروب تكبيشًا حول النباتات.

منّ الكرنب، ومنّ الخوخ الأخضر

تصاب الصليبيات بمنّ الكرنب *Brevicoryne brassicae*، (شكل ٤–١٥، يوجد فى آخر الكتاب) وهى حشرة صغيرة خضراء اللون، تكسوها طبقة رقيقة من الشمع الأبيض. تكثر الإصابة خلال فصل الشتاء، وتتركز حول العرق الوسطى للورقة، وتصاحبها إفرازات الحشرة العسلية. تمتد الإصابة إلى أوراق القلب وتتلفه، كما تشتد الإصابة على النورات الزهرية فى حقول إنتاج البذور.

كذلك تصاب الصليبيات بحشرة مَن الخوخ الأخضر *Myzus persicae*. تتغذى الحشرة الكاملة وحورياتها على عصارة النباتات، خاصة فى النموات الطرفية، وتنقل إليها بعض الأمراض الفيروسية.

ومن بين المبيدات التي تفيد في مكافحة مختلف أنواع المن في الكرنب ومختلف الصليبيات الأخرى، ما يلي (عن Toscano ١٩٧٩).

المبيد	المنتج التجارى
Disulfoton	Di-Syston
Parathion	Malathion
Demeton	Systox
Mevinphos	Phosdrin
Endosulfan	Thiodan
Oxydemetonmethyl	Metasystox-R

كذلك تستعمل في المكافحة بالمبيدات: Monitor، و Diatect، و Dibrom، و Pyrellin، و Diazinon، و Lorsban 50W، و Lorsban 4E، و Orthene 755، و Dimethoate، و Admire.

وقد أعطى استعمال الـ imidacloprid (كما في كونفيدور وأدماير) نتائج جيدة في مكافحة كلا من المن والذبابة البيضاء (Natwick وآخرون ١٩٩٦).

ويوصى في مصر بمكافحة المن باستعمال الزيوت المعدنية، مثل: زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وزيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، وزيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، وكذلك المبيد الحيوى بيوفلاى ٣ × ١٠^{٧} وحدة/مل بمعدل ١٠٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، والإم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي ١٩٩٧).

الذبابة البيضاء

تصيب الذبابة البيضاء *Bemisia tabaci* أعدادًا كبيرة من الأنواع النباتية منها معظم الخضروات بما في ذلك جميع الصليبيات. الحشرة الكاملة صغيرة الحجم، لونها أبيض دقيقى لأنها مغطاة بمادة شمعية دقيقية بيضاء. تضع الأنثى بيضها على السطح السفلى للورقة، ويفقس البيض إلى حوريات تنسلخ ٤ انسلاخات. وهى تتغذى بامتصاص عصارة النبات، وتفرز حورياتها مادة عسلية، تنمو عليها بعض الفطريات.

يوصى فى مصر بمكافحة الذبابة البيضاء فى حقول الصليبيات بالرش بأى من الزيوت المعدنية، مثل: زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وزيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحب، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، وزيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

ومن بدائل المبيدات الموصى بها: البيوفلاى ٣ × $١٠^{٧}$ وحدة/مل بمعدل ١٠٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، وإم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل ١,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء.

ذبابة أوراق الصليبيات

تعرف ذبابة أوراق الصليبيات بالإسم العلمى *Liriomyza brassicae*، وتصيب يرقاتها نباتات الصليبيات. تبلغ الحشرة الكاملة (الذبابة) ١,٦ مم طولاً، ولونها قاتم، وتبلغ اليرقة عند اكتمال نموها ٢ مم طولاً، ولونها أبيض ضارب إلى الصفرة. تصنع اليرقات أنفاقًا بالأوراق، وتتركها عند اكتمال نموها حيث تتعذر فى التربة.

وتكافح الحشرة بجمع الأوراق المصابة وإعدامها.

التربس

تعتبر زراعة الأصناف المتحملة للإصابة وسيلة فعالة يمكن الاعتماد عليها فى مكافحة التربس حتى عند عدم استعمال المبيدات (Shelton وآخرون ١٩٩٨).

الفراشة ذات الظهر الماسى Diamondback Moth

تصيب حشرة الفراشة ذات الظهر الماسى *Plutella xylostella* نباتات العائلة الصليبية، وهى حشرة صغيرة الحجم لونها بنى فاتح (شكل ٤-١٦، يوجد فى آخر الكتاب).

تضع الأنثى البيض على السطح السفلى للأوراق. وتتغذى اليرقات بعد فقسها على الأوراق (شكلا ٤-١٧، و ٤-١٨ يوجدان فى آخر الكتاب)، وقد تصنع أنفاقًا صغيرة بها، وهى تفضل الأوراق الغضة، وتتعذر اليرقات داخل شرنقة شبكية الشكل بين الأوراق المصابة.

وتكافح الفراشة ذات الظهر بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة النباتات الصائدة:

يمكن زراعة الكولارد الذى تفضله الحشرة كنبات صائد لها حول حقول الكرنب (Mitchell وآخرون ٢٠٠٠).

٢ – زراعة الأصناف المقاومة:

من بين أصناف الكرنب الحديثة الأقل قابلية للإصابة بالفراشة ذات الظهر الماسى الهجين Tropicana (Ivey & Johnson ١٩٩٧).

٣ – المكافحة البيولوجية:

أفادت معاملة نباتات الكرنب بكونيديات الفطر *Beauveria bassiana* فى تقليل أعداد يرقات الفراشة ذات الظهر الماسى معنويًا، بما يعنى إمكان استعمال هذا الطفيل ضمن وسائل المكافحة التكاملة للحشرة (Vandenberg وآخرون ١٩٩٨، و Acuna & Carballo V. ٢٠٠٠).

وأعطى استعمال البكتيريا *Bacillus thuringiensis* أفضل النتائج فى مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسى مقارنة بعدد من المبيدات الحشرية (Justin وآخرون ١٩٩٠، و Acuna & Carballo V. ٢٠٠٠).

وتعتمد المكافحة التكاملة للفراشة ذات الظهر الماسى على استعمال البكتيريا *B. thuringiensis*، وأربعة متطفلات، هى الزنابير: *Diadegma semiclausum*، و *Cotesia plutellae*، و *Diadromus collaris*، و *Oomyzus sokoloskii*، علمًا بأنه لا يلزم إطلاق هذه المتطفلات سوى مرة واحدة فقط، حيث يمكنها البقاء والتكاثر بصورة طبيعية بعد ذلك، ولكن استعمال المبيدات يقضى عليها (AVRDC Centerpoint – العدد الأول من المجلد الحادى عشر لعام ١٩٩٣، و Talekar ١٩٩٦) وقد تأكدت أهمية استعمال كلا من *B. thuringiensis*، و *D. semiclausm*، و *C. plutellae* فى مكافحة الحشرة بأبحاث لاحقة (Sastrosiswojo ١٩٩٦، و Amend & Basedow ١٩٩٧، و Saucke وآخرون ٢٠٠٠).

٤ – استعمال بدائل المبيدات:

أفاد استعمال المركب أزاديركتين Azadirachtin المستخلص من نبات النيم

Azadirachta indica بمعدل (٣٣ جم للهكتار(١٤ جم للفدان) أو مـع الإم بيـد M-Pede في مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسي، والـ cabbage looper، ولكنه لم يكن مفيدًا في مكافحة الذبابة البيضـاء (Saucke ١٩٩٤، و Leskovar & Boales ١٩٩٦، و Saucke وآخرون ٢٠٠٠).

٥ – المكافحة بالمبيدات:

يفيد في مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسي استعمال المبيدات التالية:

Malathion	Endosulfan
Mattch	Diazinon
Mustang	Cryolite
	Warrior

وقد أعطى مخلوط من مبيد bifenthrin 1 e. c. مع prothiofos 50 e.c. بنسـبة ١ مـن الأول إلى ٥ من الثـاني أفضـل مكافحـة للفراشـة ذات الظـهر الماسـي (Chung وآخـرون ١٩٩٧)، بينما حُصل على أفضل مكافحة باستعمال الجرعة الكاملـة مـن المبيـد كارتـاب cartap (Acuna & Carballo V. ٢٠٠٠).

أبو دقيق الكرنب الصغير

تصاب الصليبيات بحشرة أبي دقيـق الكرنـب الصغير *Pieris rapae*، وهـي فراشـة بيضاء اللون (شكل ٤–١٩، يوجد في آخر الكتاب) تبلغ المسـافة بـين طرفـي جناحيـها حوالي ٥ سم. يبلغ طول اليرقـة حـوالي ٢,٥ سـم، لونـها أخضـر، وتوجـد علـى ظـهرها وجانبيها ٣ خطوط صفراء (شكل ٤–٢٠، يوجد في آخر الكتاب).

تشاهد اليرقات بكثرة في قلب النبات، وهي تتغذى على السـطح السـفلي لـلأوراق، وتترك فيها ثقوبًا غير منتظمة الشـكل. وفـي الإصابـات الشـديدة لا يتبقـى مـن الأجـزاء الهوائية لنبات الكرنب سوى أعنـاق الأوراق وعروقـها (شـكل ٤–٢١، يوجـد فـي آخـر الكتاب).

يشاهد براز يرقات أبو دقيق الكرنـب الصغـير بكـثرة فـي آبـاط الأوراق. وإلى جـانب حواف الأوراق التي تقرضها اليرقات، فإنها تتغـذى كذلـك علـى الطبقـة السـطحية مـن سيقان النباتات.

تضع الحشرة بيضها فرديًا غالبًا، ويلصق البيض عموديًا بالسطح الموضوع عليه (شكل ٤-٢٢، يوجد فى آخر الكتاب) البيضة برميلية الشكل يتراوح طولها بين ٠,٨ مم، و ١,٢ مم.

وتكافح يرقات أبو دقيق الكرنب الصغير بمراعاة ما يلى:

١ – جمع اليرقات باليد وإعدامها حرقًا.

٢ – تنظيف الأرض من الحشائش التى تتربى عليها.

٣ – الرش بأى من التحضيرات التجارية للبكتيريا *Bacillus thringiensis*.

٤ – الرش بالجاردونا ٧٠٪ بتركيز ٠,٤٪.

٥ – استعمال المبيدات الكيميائية المخلقة:

يفيد فى مكافحة أبو دقيق الكرنب استعمال المبيدات التالية:

Dibrom	Mattch
Diatect	Larvin
Lannate	Monitor
Methoxychlor	Orthene
Permethrin	Asana
Lorsban 4E	Lorsban 50W
Cryolite	Pyrellin
	Warrior

ومن المبيدات الأخرى التى تفيد فى مكافحة الحشرة: Mevinphos (مثل فوسدرين Phosdrin)، و Naled (مثل داى بروم Dibrom)، وإندوسلفان (مثل ثيودان Thiodan) (Toscano ١٩٧٩).

يلزم تكرار الرش بالمبيدات كل ٥-٧ أيام لحين القضاء على كل أطوار الحشرة، مع استعمال مادة ناشرة فى محلول الرش لكى يثبت على سطح الأوراق التى تكون مغطاة بطبقة شمعية.

دودة ورق الكرنب الكبرى

تعرف دودة ورق الكرنب الكبرى بالإسم العلمى *Pieris brassicae*، وهى تتشابه مع أبى دقيق الكرنب الصغير، وتكافح بنفس الطرق.

الديدان النصف قياسة

تتغذى اليرقات على أوراق النباتات (شكل ٤-٢٣، يوجد فى آخر الكتاب)، وتوجد منها عدة أنواع تتبع الجنسين *Syngrapha*، و *Phytometra*. وتعالج بالرش بالمبيدات المناسبة مثل الجاردونا.

الدودة الخضراء (دودة ورق القطن الصغيرة)

تصيب الدودة الخضراء *Spodoptera exigua* الصليبيات، ومعظم محاصيل الخضر، وعددًا كبيرًا من المحاصيل الحقلية.

الحشرة الكاملة صغيرة (١,٥ سم طولاً، و ٢,٥ سم عند الجناحين) لونها رمادى. تضع الأنثى البيض فى لطع، تكون مغطاة بطبقة رقيقة من الزغب الأبيض المائل إلى الأصفر. اليرقة خضراء اللون، وتتعذر فى التربة داخل شرنقة من الطين مبطنة بالحرير، تتغذى اليرقات على أجزاء كبيرة من الورقة، وكذلك الأزهار والثمار؛ فتؤدى إلى ضعفها وقلة المحصول.

تكافح الحشرة بالعناية بمكافحة الحشائش، وجمع اللطع باليد، وجمع اليرقات وحرقها، والرش باللانيت ٩٠٪ بتركيز ٠,٠٥٪، أو الجاردونا ٥٠٪ القابل للبلل، بتركيز ٠,٥٪، أو التمارون ٦٠٪ بتركيز ٠,٠٢٪.

دودة ورق القطن

تصيب دودة ورق القطن *Spodoptera littoralis* جميع الصليبيات، ومعظم نباتات الخضر الأخرى، وعددًا كبيرًا من المحاصيل الحقلية.

الحشرة الكاملة بنية اللون. تضع الأنثى بيضها على الأوراق على شكل لطع. تتغذى اليرقات الحديثة الفقس على بشرة الورقة، وهى لها ستة أعمار، وتكون شرهة فى الأعمار: الرابع، والخامس، والسادس للطور اليرقى. تتحول اليرقة التامة إلى عذراء فى التربة داخل شرنقة من الطين، مبطنة بالحرير على عمق ٢-٥ سم.

وتكافح دودة ورق القطن بنفس طرق مكافحة الدودة الخضراء.

كذلك يفيد فى مكافحة دودة ورق القطن استعمال المبيدات التالية :

Asana	Endosulfan
Carbaryl	Permethrin
Lorsban 50W	Larvin
Mattch	Mustang
Cryolite	Warrior

حفار ساق الكرنب

يصيب حفار ساق الكرنب *Hellula undalis* نباتات العائلة الصليبية وبخاصة الكرنب، والقنبيط. الحشرة الكاملة فراشة لونها بنى، واليرقات خضراء اللون. تشتد الإصابة – فى مصر – فى الفترة من مايو إلى يناير.

تحفر اليرقات فى أعناق الأوراق، والسوق محدثة بها أنفاقًا، وتتغذى بداخلها، وتنتقل من نبات لآخر. تتحول اليرقات إلى عذارى داخل شرانق فى أنفاقها، أو فى التربة، وتكافح بالرش بالجاردونا.

نطاطات الأوراق

تصيب نطاطات الأوراق (أو الجاسيد) عددًا كبيرًا من الأنواع النباتية، منها. معظم محاصيل الخضر بما فى ذلك الصليبيات. ومن أنواعها .. نطاط أوراق القطن *Empoasca bybica*. تمتص الحشرة عصارة النبات، وتنقل إليه بعض الأمراض الفيروسية. والحشرة الكاملة صغيرة الحجم، يبلغ طولها حوالى ٣ مم خضراء اللون.

تظهر الإصابة على صورة بقع صفراء على السطح السفلى للورقة، تتحول سريعًا إلى اللون البنى .. ثم تتجعد الأوراق الحديثة النمو، والقمم النامية. تضع الإناث بيضها داخل أنسجة النبات، خاصة فى العرق الوسطى، والعروق الجانبية للأوراق. ويكافح الجاسيد بالرش بالتمارون، أو بالديمثويت، وأسانا Asana، وواريور Warrior.

الخنفساء البرغوثية

تصيب حشرة الخنفساء البرغوثية *Phyllotreta cruciferae* نباتات العائلة الصليبية، ويبلغ طول الحشرة الكاملة حوالى ٣ مم ولونها أزرق معدنى لامع.

يحدث معظم الضرر من الحشرة الكاملة التى تتغذى على البشرة السفلى للورقة، تاركة جزءًا شفافًا وثقوبًا بها (شكل ٤-٢٤، يوجد فى آخر الكتاب). أما اليرقات .. فإنها تتغذى على البذور الحديثة الإنبات والجذور. تختبئ الحشرة نهارًا، وتظهر ليلاً. وتعذر اليرقات داخل شرانق من الطين فى التربة.

ويفيد فى مكافحة الخنفساء البرغوثية استعمال المبيدات التالية:

Carbaryl	Endosulfan
Permethrin	Methoxychlor
Asana	Di-Syston
Malathion	Lorsban 50W
Pyrellin	Lorsban 4E
Orthene	Larvin
Mustang	Cryolite
Seven	Warrior

ويعطى خلط الكارباريل Carbaryl مع الإندوسلفان Endosulfan أفضل مكافحة للخنفساء البرغوثية.

سوسة اللفت

تعرف سوسة اللفت بالإسم العلمى *Ceuthorrhynchus picitarsis*، وهى تصيب اللفت والكرنب ومختلف الصليبيات. يبلغ طول الحشرة الكاملة ٣-٤ ملليمترات، وهى بيضاوية الشكل وبنية اللون، ولها خرطوم طويل رفيع، وتضع بيضها فرديًّا على العرق الوسطى للأوراق.

تحفر اليرقات بعد فقسها مباشرة أنفاقًا طويلة فى العرق الوسطى، تمتد حتى عنق الورقة، ومنها إلى الساق، فالجذور. واليرقات ذات لون بنى مصفر، ويبلغ طولها ٦ مم. وتتعذر اليرقات داخل الأنفاق.

وتكافح الحشرة بجمع النباتات المصابة وإحراقها.

ولمزيد من التفاصيل عن الآفات الحشرية التى أسلفنا بيانها، وغيرها من الحشرات التى تصيب الصليبيات .. يراجع Univ. Calif (١٩٨٧)، وحماد والمنشاوى (١٩٨٥)، وحماد وعبدالسلام (١٩٨٥)، وعبدالسلام (١٩٩٣).

الأكاروس

يعتبر العنكبوت الأحمر العادى *Tetranychus urticae* أهم الأكاروسات التى تصيب الصليبيات، ومحاصيل الخضر الأخرى وأغلب الفاكهة، ومحاصيل الحقل. وهو حيوان صغير الحجم، يبلغ طوله حوالى ٠,٤ مم ويختلف لونه من الأحمر القاتم إلى البرتقالى، أو الأصفر المائل إلى الأخضر.

يتغذى الحيوان بامتصاص العصارة من السطح السفلى لأوراق النبات، خاصة بالقرب من العرق الوسطى. ويؤدى ذلك إلى تكون بقع ذات لون بنى باهت، ثم تجف الورقة كلها، وتسقط فى النهاية، ويظهر ضعف عام بالنبات.

ويكافح الأكاروس بالاعتناء بمكافحة الحشائش، والرش بأحد المبيدات الأكاروسية، مثل: الكلثين الزيتى ١٨,٥٪ بتركيز ٠,٢٥٪.

وفى مصر .. يوصى بمكافحة العنكبوت الأحمر بالزيوت المعدنية والإم بيد كما أسلفنا بيانه تحت المنّ والذبابة البيضاء، كما يوصى كذلك التعفير بأحد التحضيرات التجارية للكبريت، مثل: سوريل زراعى (سمارك)، وسوريل زراعى (شيخ)، وكبريت زراعى النصر، وشامة، وكبريدست بمعدل ١٠ كجم للفدان.

الفصل الخامس

تعريف بالقنبيط وأصنافه

يطلق على القنبيط (أو الزهرة) بالإنجليزية اسم Cauliflower أو Heading Broccoli، واسمه العلمى *Brassica oleracea* var. *botrytis*، وهو ثانى أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الصليبية.

تعريف بالقنبيط وأهميته

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن القنبيط فى صقلية، وجنوب إيطاليا، وربما فى مناطق أخرى فى حوض البحر الأبيض المتوسط بجنوب أوروبا. وكان البروكولى معروفًا لدى قدماء الإغريق، والرمان. وقد ذكرت أصناف القنبيط التى كانت معروفة فى مصر، وتركيا فى القرن السادس عشر (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يؤكل من القنبيط القرص curd – وهو الذى يطلق عليه مجازا اسم القرص الزهرى – ويستعمل مطبوخًا، ومسلوقًا، وفى عمل المخللات. ويحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء المستعمل فى الغذاء من القرص على المكونات الغذائية التالية: ٩١,٠ جم رطوبة، و ٢٧ سعر حراريًا، و ٢,٧ جم بروتينًا، و ٠,٢ جم دهونًا، و ٥,٢ جم مواد كربوهيدراتية، و ١,٠ جم أليافًا، و ٠,٩ جم رمادًا، و ٢٥ مجم كالسيوم، و ٥٦ مجم فوسفورًا، و ١,١ مجم حديدًا، و ١٣ مجم صوديوم، و ٥٩٥ مجم بوتاسيوم، و ٢٤ مجم مغنيسيوم، و ٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,١١ مجم ثيامين، و ٠,١ مجم ريبوفلافين، و ٠,٧ مجم نياسين، و ٧٨ مجم حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن القنبيط من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، والغنية بحامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) كما أنه متوسط فى محتواه من كل من الكالسيوم، والفوسفور، والحديد.

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالقنبيط في العالم عام ١٩٩٩ حوالى ٧٧٣ ألف هكتار. وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة، هي: الهند (٣٠٠ ألف هكتار)، فالصين (٢١٣ ألف هكتار)، ففرنسا (٣٤ ألف هكتار)، فإيطاليا (٢٠ ألف هكتار)، فإسبانيا والولايات المتحدة الأمريكية (١٩ ألف هكتار لكل منهما). وكانت أكثر الدول العربية زراعة للقنبيط، هي: مصر (٥ آلاف هكتار)، والجزائر (٤ آلاف هكتار)، وسوريا والعراق (٣ آلاف هكتار لكل منهما). ومن بين تلك الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار في سوريا (٢٤ طن)، فمصر (٢٢,٩ طن)، فإيطاليا (٢٢,٨ طن)، ففرنسا (٢١,٩ طن)، فالصين (٢١,٦ طن). أما متوسط الإنتاج العالمي .. فقد بلغ ١٧,٩ طنًا للهكتار (FAO ١٩٩٩).

وقد قدرت المساحة المزروعة بالقنبيط في مصر عام ٢٠٠٠ بحوالى ١٠٧٩٣ فدان، بمتوسط إنتاج قدره ١٠,٠ أطنان للفدان. وكانت غالبية المساحة المزروعة في العروة الشتوية (٩٥٧٤ فدان)، فالخريفية (١٠٨٢ فدان) مع مساحة صغيرة (١٣٧ فدان) في العروة الصيفية. وقد كان متوسط محصول الفدان متساويًّا تقريبًا في العروات الثلاث (الإدارة المركزية لشئون البساتين والمحاصيل الحقلية – وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي – جمهورية مصر العربية – ٢٠٠٠).

الوصف النباتي

القنبيط نبات عشبي، يكون حوليا في بعض الأصناف، وذا حولين في أصناف أخرى، ويمر المحصول – كغيره من الخضر الصليبية الأخرى – بموسمين، أو مرحلتين للنمو، يكون النمو فيهما خضريًّا في موسم النمو الأول، وزهريًا في موسم النمو الثاني.

الجذور

يقطع الجذر الرئيسي لبنات القنبيط عادة عند الشتل، وتنمو بدلاً منه شبكة كثيفة من الجذور الجانبية الكثيرة التفريع. يصل الانتشار الجانبي لهذه الجذور عند نهاية مرحلة النمو الأولى لنحو ٦٠–٧٥ سم من قاعدة النبات، وتتعمق لمسافة ٦٠–٩٠ سم.

وتندو معظم الجذور – جانبيًا – لفترة، ثم تتجه فى نموها لأسفل بينما ينمو القليل منـها رأسيًا مباشـرة. ويعد المجموع الجذرى للقنبيط أكثف مما فى الكرنب.

يتناسـب تعمق جذور القنبيط طرديًا مع الحرارة المتجمعة، بمعدل نمو قـدره ١,٠٢ مـم يوميًا لكل درجة مئوية واحدة. وتبعًا لمدة النمو، فإن تعمـق الجـذور يصـل إلى ٨٥–١١٥ سم (Thorup-Kristensen & Boogaard ١٩٩٨).

الساق

تكون ساق النبات قصيرة فى موسم النمو الأول، وتحمـل الأوراق متزاحمـة، وتنتـهى بالقرص curd، أو الرأس head، وهى جـزء مـن السـاق ذات سـلاميات قصـيرة لحميـة مزدحمة.

وعندما يكون قرص القنبيط فى أفضل مراحل تكوينه للاستهلاك .. فإنه يكون عبـارة عن كتلة من أفرع كثيفة متضخمة مع نهاياتها الميرستيمية. وقـد أوضـح Rosa منـذ عـام ١٩٢٨ (عن Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) أن القرص لا يوجد به – فى هذه المرحلـة – أى أثر للأزهار، أو البراعم الزهرية، أو حتى مبادئ الأزهار. هـذا .. بينمـا ذكـر Watts (١٩٨٠) أن القرص عبارة عن قمة نامية ضخمـة، غـير محميـة لـبراعم زهريـة فـى أولى مراحل التكويـن، وذكـر George (١٩٨٥) أن الـقـرص يتكـون مـن عديـد مـن الحوامـل النورية المتفرعة، والمنضغطة التى تحتوى على آلاف الأنسـجة الميرسـتيمية قبـل الزهريـة Pre-floral meristems.

وتبعًا لـ Kieffer وآخرين (١٩٩٦) فإن قرص القنبيط عبارة عن تركيب سـابق للنـورة preinflorescence ضخم، ومعقد، وعلى درجة عالية من التشعب، وقليل جدًا من النمو الطولى بالسلاميات، مع تراكم للقمم الميرستيمية، وغياب تام للسيادة بين فروع الـتركيب فى مختلف المستويات والمواضع، حيث أوضحت الدراسات احتواء قرص القنبيط المتوسـط الحجم على أكثر من ١٠ مليون قمة ميرستيمية. وقد تمكن Kieffer وآخرون (١٩٩٥) من الحصول على أكثر من ٤٠٠٠٠٠ جزء نباتى explant للإكثار الدقيق فى مزارع الأنسـجة بالطول المناسـب (٠,١–٠,٣ مم) من قرص واحد، وذلك بعد فصل الطبقة الميرستيمية مـن القرص وتجنيسها جزئيًا لفصل القمم الميرستيمية، ثم تدريجها خـلال غرابيـل للحصـول على الحجم المطلوب.

ولا تظهر مبادئ الأزهار إلا بعد أن يتعدى القرص المرحلة المناسبة للحصاد. وفيما بعد .. تستطيل تفرعات القرص إلى حوامل زهرية، مما يؤدى إلى انتشار الرأس، إلا أن معظم الفروع الصغيرة لا تستطيل ويكون مصيرها الموت (Jones & Roza ١٩٢٨).

وجدير بالذكر أنه إذا أتلفت القمة النامية للنبات في أي مرحلة من نموه .. فإنه لا يعطى قرصًا، وإذا قطع القرص فى أى مرحلة من تكوينه .. فإن النبات لا ينتج أزهارًا إلا بمعاملات خاصة

الأوراق

تكون الأوراق الأولى لنبات القنبيط معنقة، أما الأوراق التالية لها فتكون جالسة، وهى أطول وأضيق من أوراق الكرنب، وتستمر فى النمو إلى مستوى أعلى من مستوى القرص تميل الأوراق الداخلية القصيرة للانحناء نحو الداخل، ويفيد ذلك فى حماية القرص من التعرض لأشعة الشمس.

الأزهار والثمار والبذور

يتشابه تركيب زهرة القنبيط مع زهرة الكرنب تحمل الأزهار على شماريخ زهرية أقصر مما فى الكرنب، وتأخذ النورة – وهى غير محدودة – شكل المظلة، نظرًا لعدم وجود محور رئيسى بها. يبلغ طول النورة عادة من ٦٠–٧٥ سم. وينتج النبات الواحد من ٥٠٠٠–٨٠٠٠ زهرة على مدى ١٠–١٤ يومًا، وهى فترة تقل كثيرًا عن مثيلتها فى الكرنب. الثمرة خردلة تتشابه فى تركيبها مع ثمرة الكرنب. البذور صغيرة لونها بنى قاتم وتشبه بذرة الكرنب.

الأصناف

تقسيم الأصناف

تقسم أصناف القنبيط حسب المواصفات التالية:

١ – موعد النضج . حيث تقسم الأصناف إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

أ – أصناف مبكرة، مثل: دارك ألجون Dark Algon (شكل ٥–١، يوجد فى آخر

الكتاب)، وأصناف مجموعة سنوبول Snowball، وهى تتميز بأن نباتاتها قصيرة، ورؤوسها متوسطة الحجم.

وتتوفر حاليًا أصناف من طراز Snowball، تتفاوت في موعد نضجها بين المبكرة (مثل: Early Snowball)، ومتوسطة التبكير (مثل: Snowball Y Improved)، والمتأخرة (مثل: Snowball 123).

ب – أصناف متأخرة، يطلق عليها أحيانًا اسم البروكولى ذات الرؤوس heading broccoli، وهى تتميز بأن نباتاتها كبيرة الحجم، وطويلة، وأنها متأخرة، ورؤوسها صلبة. تنمو هذه الأصناف حتى وقت متأخر من موسم النمو، ومنها الأصناف التالية التى تدل أسماؤها على موعد نضجها فى المناطق الباردة: نوفمبر – ديسمبر November-December، وكريسماس Christmas، وفبراير February، وأبريل April.

وتعرف الطرز المتأخرة باسم winter types (مثل: Snow Prince، و Snow Rock، و Snow February، و Snow March، و Snow Supreme)، كما تضم الطرز المتأخرة أصنافًا تكمل نموها بعد انقضاء فصل الشتاء وتعرف باسم over-wintering types. تناسب أصناف هذا الطراز الزراعة فى المنطاق الباردة شتاء التى تشتل فيها النباتات فى الحقل خلال النصف الثانى من شهر أغسطس، حيث تنمو قليلاً قبل أن يحل عليها فصل الشتاء. وتكمل هذه الأصناف نموها فى خلال ٢١٠–٢٦٠ يومًا حيث يكون حصادها من منتصف أبريل إلى نهاية شهر مايو، ومن أمثلتها: Armado Quick، و Armado May، و Inca، و Markanta.

٢ – لون الرؤوس .. حيث تقسم الأصناف إلى أربع مجموعات، كما يلى:

أ – أصناف ذات رؤوس بيضاء مثل الأصناف التى سبق ذكرها.

ب – أصناف ذات رؤوس قرمزية اللون، مثل: إيرلى بيربل هيد Early Purple Head، و Violet Queen. يختفى اللون القرمزى من هذه الأصناف بعد غليها فى الماء، وتأخذ لونًا أخضر فاتحًا.

جـ – أصناف ذات أقراص كريمية أو برتقالية اللون، مثل Marmande، وهو صنف هجين يرجع لونه البرتقالى إلى محتواه المرتفع من الكاروتين الذى يبقى بالأقراص بعد الطهى، وكذلك الصنف الهجين أورانج بوكيه Orange Bouquet.

د – أصناف ذات رؤوس خضراء اللون:

يعرف القنبيط ذات الأقراص الخضراء اللون باسم broccoflower، ومن أهم طرزه ما يلى:

(١) دى ماسيراتا Di Macerata، وهو ذات رأس ناعمة الملمس، وتتوفر منه عدة أصناف نشأت فى جنوب إيطاليا وصقلية.

(٢) رومانيسكو Romanesco، وقد نشأ فى المنطقة المحيطة بروما فى إيطاليا، ومن أمثلته الصنف ميناريت Minaret (شكل ٥-٢، يوجد فى آخر الكتاب).

وقد أنتجت أصناف عديدة محسنة من كلا الطرازين (Gray & Doyle ١٩٩٤).

ومن أصناف القنبيط الخضراء الأخرى Alverda، و Esmaraldo (وهو صنف هجين)

٣ – طبيعة الصنف، حيث تقسم إلى مجموعتين، كما يلى:

أ – أصناف مفتوحة التلقيح، مثل: سوبرى ماكس Suprimax (مبكر)، و ماترا Matra (متوسط التبكير)، وسنوبول واى Snowball Y (متوسط التبكير)، وسييرا Sierra (متوسط التأخير)، وراكيل Rachel (مبكر جدًّا).

ب – أصناف هجين، مثل: رافيللا Ravella (مبكر)، وإلبى Elby (متوسط التبكير)، ودوفا Dova (متأخر)، وأربون Arbon (متأخر جدًّا)، وإلزا Elsa (مبكر)، ولارا Lara (متوسط التبكير)، وبونص Bonus (متأخر)، ورامى Rami (متوسط التبكير)، سنوكرون Snow Crown (مبكر جدًّا)، وسنو جريس Snow Grace (مبكر)، وسنو كوين Snow Queen (مبكر جدًّا)، وسنو كنج Snow King (مبكر)، وكشمير Cashmere (مبكر)، وهوايت بارون White Baron (مبكر جدًّا ويتحمل الحرارة العالية)، وهوايت كورونا White Corona (مبكر جدًّا ويتحمل الحرارة العالية)، وسلفر ستريك Silver Streak (مبكر)، وهوايت كلاود White Cloud (متوسط التبكير).

مواصفات الأصناف الهامة

من أهم الأصناف المعروفة فى مصر ما يلى:

١ – السلطانى:

يصلح للشتل فى شهرى يونيو، ويوليو، وهو مبكر، والقرص كبير غير منتظم

الاستدارة؛ لونه كريمى فاتح، ويظهر فى الأسواق فى أواخر أكتوبر، وأوائل نوفمبر.

٢ – عديم النظير:

يصلح للشتل فى شهرى يوليو، وأغسطس، وهو متوسط فى موعد النضج. النمو الخضرى قوى، وأوراقه الخارجية كبيرة لونها أخضر مائل إلى الرمادى، وأوراقه الداخلية كثيرة وتنحنى على القرص. الأقراص كبيرة لونها أبيض ناصع، ويظهر فى الأسواق فى أواخر شهر نوفمبر.

٣ – أوريجيفال:

يصلح للشتل فى شهر سبتمبر، وهو متأخر النضج. النمو الخضرى قوى، والأوراق عريضة لونها أخضر فاتح. الأقراص كبيرة مندمجة وبيضاء اللون. يظهر فى الأسواق فى أواخر شهر ديسمبر، وأوائل يناير.

٤ – زينة الخريف:

يصلح للشتل فى شهر سبتمبر، وهو متأخر النضج. النمو الخضرى قائم وقوى، والأوراق الخارجية كبيرة ولونها أخضر قاتم، والأوراق الداخلية كثيرة العدد، وتنحنى على القرص. الأقراص كبيرة لونها أبيض ناصع. يظهر فى الأسواق فى شهر يناير.

٥ – جزائرلى:

يصلح للشتل فى شهر أكتوبر، وهو متأخر. القرص كبير مستدير، وناصع البياض.

٦ – الأمشيرى (باريسى متأخر Late Paris):

يصلح للشتل فى أكتوبر، وهو متأخر جدًّا. النمو الخضرى متوسط، والأوراق لونها أخضر قاتم، و الأقراص متوسطة الحجم بيضاء اللون. يظهر فى الأسواق فى شهر فبراير.

٧ – سنوبول Snowball:

يصلح للشتل فى شهر أكتوبر. الأقراص مستديرة ناصعة البياض ومندمجة. وقد استنبط منه عديد من الأصناف الأخرى، منها: إيرلى سنوبول، وسوبر سنوبول Super Snowball، وسنوبول واى Snowball Y (مرسى والمربع ١٩٦٠، استينو وآخرون ١٩٦٣). ويعد الصنف الأخير من أكثر الأصناف انتشارًا – فى الزراعة – فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية (Sims وآخرون ١٩٧٨).

٨ – سيرَانو Serrano :

هجين متوسط التبكير. تلتف الأوراق جيدًا حول القرص. والأقراص كبيرة مكتنزة وناعمة.

٩ – أصناف أجنبية أخرى أثبتت نجاحًا فى مصر، ومنها :

أ – هوايت كونتيسا رقم ١٥ (هجين لشركة ساكاتا) : مبكر، ويصلح للشتل فى شهر يوليو. القرص أبيض كروى شديد الاندماج.

ب – سنو كروان (هجين لشركة تاكى) : مبكر، والقرص أبيض كروى شديد الاندماج.

جـ – سنوبول ٧٦–١٢٢٧٦ (صنف منتخب لشركة فيرى مورس) : متأخر، والقرص كبير أبيض كروى شديد الاندماج (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف القنبيط .. يراجع Wehner (١٩٩٩).

الفصل السادس

زراعة وتخزين القنبيط

التربة المناسبة

ينمو القنبيط جيدًا فى معظم أنواع الأراضى، ولكن أفضل الأراضى لزراعته هى الطميية، خاصة الطميية الرملية، والطميية السلتية. ويجب أن تكون التربة جيدة الصرف، وغنية بالمادة العضوية. ويتراوح أنسب pH للقنبيط من ٥,٥-٦,٥، إلا أنه يزرع بنجاح فى الأراضى المتعادلة، والقلوية متى أمكن توفير العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات - بصورة غير مثبتة - فى التربة.

الاحتياجات البيئية

تنبت بذور القنبيط جيدًا فى حرارة ٢٧°م، ولكن المجال المناسب يتراوح بين ٧ و ٢٩°م. ولا تنبت البذور فى درجة حرارة تقل عن ٤°م، أو تزيد عن ٣٨°م (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ويناسب نمو النباتات درجة حرارة معتدلة تميل إلى الدفء (حوالى ٢٤°م) فى المراحل الأولى من نموها، وحرارة معتدلة تميل إلى البرودة (حوالى ١٨°م) أثناء تكوين الرؤوس. كما يناسب القنبيط عدم وجود اختلاف كبير بين درجتى حرارة الليل والنهار، مع ارتفاع الرطوبة الجوية وقت تكوين الأقراص. لذا .. فإن المناطق الساحلية - وهى التى تتوفر فيها هذه الظروف - تعد أفضل المناطق لزراعته. ويعد القنبيط أكثر تأثرًا من الكرنب بالارتفاع، أو الانخفاض فى درجة الحرارة.

وتتفاوت أصناف القنبيط كثيرًا فى مدى تحملها لحرارة التجمد؛ ففى إحدى الدراسات ماتت جميع النباتات غير المؤقلمة من الصنف Plana لدى تعرضها لحرارة -٧°م، بينما ماتت ٨٠ ٪ من النباتات غير المؤقلمة. وبالمقارنة .. ماتت حوالى ٩٨٪ من

النباتات غير المؤقلمة من الصنف الشتوى Arcade، بينما ماتت ٢٠٪ فقط من نباتاته غير المؤقلمة لدى تعرضها لنفس درجة الحرارة (Fuller ١٩٩٣). هذا .. إلا أن الاختلافات الصنفية فى القدرة على تحمل حرارة التجمد لم يمكن ملاحظتها فى الأقراص، حيث أظهرت أجزاء القرص الواحد تباينًا فى شدة التبريد الفائق من -١ إلى -١٢°م، وتراوح مدى التباين فى حرارة التجمد لجميع الأقراص المختبرة من -٦ إلى -٧,٢٥°م بمتوسط عام قدرة -٦,٤٤°م (Fuller وآخرون ١٩٩٤).

ويؤدى انخفاض الحرارة كثيرًا (ولكن فوق درجة التجمد) إلى ضعف نمو النباتات وتكوين أقراص صغيرة الحجم، كما تؤثر درجة الحرارة السائدة أثناء تكوين الأقراص على شكلها، حيث تكون مسطحة flat فى الحرارة المنخفضة، وقمعية الشكل فى الحرارة العالية.

وتؤدى الحرارة العالية خلال موسم الحصاد إلى سرعة وصول الأقراص إلى مرحلة النمو المناسبة للحصاد بدرجة قد يستحيل معها سرعة إجراء عملية الحصاد فى الوقت المناسب، وخاصة إذا كانت المساحة المزروعة كبيرة.

كذلك يؤدى ارتفاع درجة الحرارة وقت تكوين الأقراص إلى حدوث التغيرات الفسيولوجية التالية التى تؤدى إلى تدهور نوعية الأقراص:

١ - تنمو أوراق صغيرة بوسط القرص.

٢ - يتفكك القرص، ويصبح غير مندمج.

٣ - تنمو القمم الميرستيمية المكونة لسطح القرص، ويصبح السطح زغبى الملمس.

٤ - يكتسب القرص لونًا أبيض مائلاً إلى الأصفر.

هذا .. وقد أن أنتجت أصناف من القنبيط تصلح للزراعة فى المناطق الاستوائية، ويمكنها إنتاج أقراص جيدة فى حرارة تتراوح بين ٢٠، و ٣٠°م.

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر القنبيط بالبذور التى قد تزرع فى المشتل أولاً - وهى الطريقة السائدة - أو قد تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. ويلزم عند إجراء الزراعة بالشتلات حوالى ٣٥٠ جم من البذور لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان.

إنتاج الشتلات

يفضل في حالة زراعة البذور في الأراضي الثقيلة أن تسر البذور على ريشتي خطوط بعرض ٥٠ سم (أي يخطط المشتل بمعدل ١٤ خطًا في القصبتين). يراعى ألاّ تكون النباتات متزاحمة في المشتل، وألاّ تترك إلى أن تكبر كثيرًا في الحجم؛ لأن ذلك يزيد من نسبة الأقراص الصغيرة، وهي الحالة الفسيولوجية التي تعرف باسم التزرير buttoning. يكون الشتل عادة بعد حوالي شهر إلى شهر ونصف من زراعة البذور، ويكون طول الشتلات حينئذ حوالي ١٥ سم.

وقد وجد أن معاملة الشدّ الميكانيكي للشتلات - بإمرار نسيج من الخيش burlap عليها لمدة خمس دقائق يوميًا (معاملة"التفريش" brushing) كانت فعّالة في الحد من نمو الشتلات (نمو الساق والورقة الأولى)، وفي نقص وزنها الرطب مع زيادة محتواها من المادة الجافة (Pontinen & Voipio ١٩٩٢).

كما وجد McGrady (١٩٩٦) زيادة خطية في وزن شتلة القنبيط، ومساحة أوراقها، وقطر ساقها بزيادة تركيز النيتروجين في المحاليل المغذية لمزارع البيت والفيرميكيوليت (بنسبة ١:١ على أساس الحجم) من ٥٠ إلى ٤٥٠ جزءًا في المليون، وبزيادة تركيز الفوسفور من ١١ إلى ٩٨ جزءًا في المليون. وعلى الرغم من أن صدمة الشتل - كما ظهرت من نسبة الأوراق المتحللة بعد الشتل - ازدادت في المستويات العالية من النيتروجين، إلاّ أن النمو التالي للصدمة تفوق في هذه الشتلات عما في تلك التي تلقت تركيزات منخفضة النيتروجين. وقد واصلت النباتات التي كانت قد أعطيت تركيزات عالية من النيتروجين وهي في المشتل .. واصلت نموها الأقوى حتى الحصاد عن غيرها من التي تلقت تركيزات أقل من النيتروجين؛ ومن ثم ازدادت فيها نسبة المحصول المبكر.

الزراعة بالشتل

يجهز الحقل للزراعة بالحراثة، والتزحيف، والتسميد بالسماد العضوي، وإقامة الخطوط. وتكون الخطوط بعرض ٧٠-٩٠ سم (أي يكون التخطيط بمعدل ٨-١٠ خطوط في القصبتين).

يروى الحقل قبل الشتل بنحو ٣-٤ أيام، ثم تزرع الشتلات إما فى وجود الماء، أو فى الأرض الرطبة، ثم يروى الحقل بعد انتهاء عملية الشتل ريّة خفيفة. ويتوقف ذلك على طبيعة التربة والظروف الجوية السائدة عند الشتل. ويكون الشتل على الريشة الشمالية للخط عادة، وعلى مسافة ٥٠-٧٠ سم بين النباتات فى الخط.

الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة

يمكن زراعة القنبيط بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة، وتستخدم لذلك آلات تقوم بإسقاط بذرتين على مسافة ٥ سم من بعضهما البعض كل ٣٥-٤٥ سم. ويتعين أن تكون البذور المستخدمة فى الزراعة مدرجة وعالية الحيوية، كما يضاف الفيرميكيوليت مع البذور أو يستخدم الرى بالرش لمنع تكوين القشور السطحية لحين استكمال الإنبات.

وبعد تكوين الورقة الحقيقية الأولى (بعد حوالى ثلاثة أسابيع من الزراعة) يتم خف النباتات بحيث يترك نبات واحد فى كل موقع (كل حوالى ٤٠ سم). ويجب عدم تأخير الخف لأن خف النباتات الكبيرة الحجم قد يعرض جذور النباتات المتبقية للخلخلة؛ مما يسهم فى زيادة عدم التجانس عند الحصاد.

وقد وجد Bracy وآخرون (١٩٩٥) أن زراعة بذور القنبيط فى الحقل مباشرة بمعدل بذرة واحدة كل ٢٠ سنتيمترًا تشابهت مع الطريقة المتبعة فى الإنتاج التجارى، وهى زراعة بذرة واحدة كل ١٠ سم ثم الخف على مسافة ٣٠ سم .. تشابها معًا فى المحصول الكلى ووزن الرأس؛ وبذا يمكن التوفير فى كمية التقاوى المستعملة فى الزراعة، وخاصة من الأصناف الهجين المرتفعة الثمن.

مواعيد الزراعة

يزرع القنبيط فى مصر ثلاث عروات كما يلى:

١ - عروة صيفية:

تزرع البذور خلال الفترة من أبريل إلى يونيو، وينضج المحصول خلال شهرى أكتوبر، ونوفمبر، وينجح فيها الصنف السلطانى.

٢ - العروة الخريفية (الطوبى):

تزرع البذور فى شهرى يونيو ويوليو، وينضج المحصول فى شهر يناير (يتوافق النضج

عادة مع شهر طوبة القبطى، ولذا تسمى بالعروة الطوبية). تنجح فيها الأصناف أوريجيفال، وعديم النظير، وزينة الخريف، وسنوبول.

٣ - العروة الشتوية (الأمشيرى):

تزرع البذور فى شهرى: أغسطس وسبتمبر، وينضج المحصول فى شهرى: فبراير ومارس (يتوافق النضج - عادة - مع شهر أمشير القبطى؛ لذا تسمى بالعروة الأمشيرية). ينجح فيها الصنف الأمشيرى (باريسى متأخر).

عمليات الخدمة

تجرى لحقول القنبيط عمليات الخدمة الزراعية التالية:

الترقيع

يكون الترقيع بعد حوالى أسبوعين من الشتل، ويجرى بشتلات من نفس الصنف.

العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

تجرى هاتان العمليتين كما أوضحناه بالنسبة للكرنب.

الرى

يراعى توفير الرطوبة الأرضية المناسبة خلال جميع مراحل النمو النباتى، مع ملاحظة أن حاجة النباتات للرى تزداد مع بدء تكوين الأقراص، ويؤدى توافر الرطوبة الأرضية بصورة منتظمة قبل الحصاد - بنحو ثلاثة أسابيع - إلى زيادة الأقراص فى الحجم. وعلى العكس من ذلك .. فإن تعطيش النباتات يؤدى إلى وقف نموها، واتجاهها إلى تكوين الأقراص قبل اكتمال نموها الخضرى؛ فتتكون نتيجة لذلك أقراص صغيرة، وهى الظاهرة التى تعرف باسم التزرير buttoning. ومن أهم علامات العطش فى القنبيط .. زيادة سمك طبقة الأديم الشمعى، واكتساب الأوراق لونا أخضر مائلا إلى الأزرق.

وفى الزراعات الصحراوية فى ولاية أريزونا الأمريكية بلغت الاحتياجات المائية لأعلى محصول من القنبيط عند الرى بالرش ٤٣ سم (أى ٤٣٠٠م^{3} للهكتار أو حوالى ١٨٠٠م^{3} للفدان) (Sanchez وآخرون ١٩٩٦).

التسميد

يعتبر القنبيط من أكثر محاصيل الخضر حساسية لنقص العناصر السمادية، وهى التى يؤدى نقصها إلى ضعف النمو النباتى، ونقص المحصول، وتدهور نوعيته.

تعرف الحاجة إلى التسميد من أعراض نقص العناصر

١ – العناصر الأولية .. النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم:

يتشابه القنبيط مع الكرنب فى أعراض نقص النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. وقد وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى إلى بطء النمو النباتى، وزيادة الشدّ الرطوبى، وزيادة محتوى أنصال الأوراق من السكريات والنيتروجين غير البروتينى، مع نقص محتواها من النيتروجين البروتينى. ويؤدى توفر الصوديوم إلى التخفيف جزئيًا من تلك الأعراض عند نقص البوتاسيوم (Sharma & Singh ١٩٩٠، و ١٩٩٢).

٢ – المغنيسيوم:

يؤدى نقص المغنيسيوم إلى اصفرار المساحات بين العروق فى الأوراق السفلى للنبات، ويعقب ذلك ظهور بقع متحللة فى الأنسجة الصفراء.

ويعالج نقص المغنيسيوم بالتسميد بنحو ٧٥–١٠٠ كجم من كبريتات المغنيسيوم للفدان عن طريق التربة، أو ٥–٧ كجم للفدان بطريق الرش.

٣ – البورون:

يؤدى نقص عنصر البورون إلى تلون الأقراص بلون بنى، فتفقد قيمتها الاقتصادية كما تتشقق ساق النبات وتتلون هى الأخرى باللون البنى. ويعالج نقص البورون بالتسميد بنحو ٥–١٢ كجم من البوراكس عن طريق التربة، أو ١–٢,٥ كجم رشا على النباتات.

٤ – الموليبدنم:

من أهم أعراض نقص الموليبدنم فى النباتات الصغيرة اصفرار ما بين العروق فى الأوراق أو اكتسابها لونًا أبيض، وخاصة بالقرب من حواف الورقة، كما تأخذ الأوراق شكلاً فنجانيًا (تلتف حوافها إلى أعلى) وتبدو مستطيلة. وفى النباتات الأكبر سنًا تظهر

حالة طرف السوط whiptail، حيث يتشوه نصل الأوراق الصغيرة، وتقل مساحته تدريجيًا، ويصبح سهل التقصف إلى أن يصبح العرق الوسطى دون نصل.

كذلك يؤدى نقص الموليبدنم إلى موت القمة النامية للنبات، وقد تتكون نموات خضرية جديدة من السويقة الجنينية السفلى.

يظهر نقص الموليبدنم فى الأراضى الحامضية، إلا أن ظاهرة طرف السوط قد تظهر فى القنبيط حتى pH ٧,٠ (Scaife & Turner ١٩٨٣).

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

يفيد تحليل النبات فى التعرف على حاجته من العناصر، ويحلل عادة العرق الوسطى لورقة حديثة مكتملة النمو، عند بداية تكوين الأقراص. فإذا كان تركيز عناصر النيتروجين ٩٠٠٠ جزء فى المليون NO_3^-، والفوسفور ٣٥٠٠ جزء فى المليون PO_4، والبوتاسيوم ٤٪ K .. دلّ ذلك على توفيرها بكميات مناسبة. أما إذا كان تركيز العناصر السابقة ٥٠٠٠ جزء فى المليون، و ٢٥٠٠ جزء فى المليون، و ٢٪ على التوالى .. فإن ذلك يعنى نقصها، مع توقع حدوث نقص فى المحصول. وتستجيب النباتات للتسميد عندما يكون تركيز العناصر بين هذين المستويين.

ويمكن التعرف على مستوى التغذية بالنيتروجين من اختبار النترات فى العصير الخلوى لأعناق أوراق القنبيط، حيث وجد أن تركيزًا قدره ٥٠٠٠ جزءًا فى المليون من النيتروجين فى بداية مرحلة تكوين الأقراص يعنى نقصًا فى العنصر. ووجد ارتباط قوى (r^2 = ٠,٧٧٢) بين تركيز النيتروجين النتراتى بالعصير الخلوى لأعناق الأوراق والتركيز المتوقع للنيتروجين النتراتى فى الأعناق الجافة كما يلى (Kubota وآخرون ١٩٩٦):

النيتروجين النتراتى بالعصير الخلوى لأعناق الأوراق بالملليجرام/ لتر = ٠,٠٤٧ × النيتروجين النتراتى فى أعناق الأوراق الجافة بالملليجرام / كجم + ٢١٨

وقد ظهرت أعراض نقص الموليبدنم عندما انخفض تركيزه فى النباتات عن ٠,٠١–٠,٠٥ مجم/ كجم من المادة الجافة، بينما تراوح المدى الطبيعى. الذى لم تظهر معه أعراض نقص العنصر – بين ٠,١٥، و ٠,٣٠ مجم/ كجم. وقد أعطت نباتات القنبيط

الحساسة لنقص العنصر محصولاً طبيعيًا عندما كان محتوى التربة من الموليبدنم (عند pH ٧,٠) ٠,١٠ مجم/ كجم (Duval وآخرون ١٩٩١).

الاحتياجات السمادية

١ - النيتروجين:

قدرت الكمية التى تمتصها نباتات القنبيط من النيتروجين بنحو ٣١٠ كجم للهكتار (١٣٠ كجم للفدان) يصل حوالى ٥٠٪ منها إلى أجزاء النبات التى يتم حصادها ونقلها مع المحصول المسوق. وعندما كان التسميد بالكمية المثلى من النيتروجين قدر أن نحو ١٠٠–١٢٠ كجم / هكتار (٤٢–٥٠ كجم/ فدان) من النيتروجين تتخلف فى بقايا النباتات، وحوالى ٥٠–٨٠ كجم/ هكتار (٢١–٣٤ كجم/ فدان) تتبقى فى التربة حتى عمق ٦٠ سم (Everaarts وآخرون ١٩٩٦).

وأعطى القنبيط أعلى محصول وكانت الأقراص أكبر ما يمكن عندما كان التسميد بمعدل ٢٦٩ كجم N للهكتار (١١٣ كجم/ فدان) فى أرض طميية رملية، وبمعدل ٣٨١ كجم للهكتار (١٦٠ كجم/ فدان) فى أرض طميية طينية.

وفى الزراعات الصحراوية (بولاية أريزونا الأمريكية) كانت احتياجات القنبيط من النيتروجين – تحت نظام الرى بالرش – ٣٣٨ كجم لكهتار (١٤٢ كجم N للفدان) (Sanchez وآخرون ١٩٩٦).

وازداد محصول القنبيط وحجم الأقراص بزيادة معدلات التسميد الآزوتى حتى الحد الأقصى المستعمل وهو ٢٩٤ كجم للهكتار (١٢٤ كجم للفدان) (Csizinsky ١٩٩٦).

ويذكر Rather وآخرون (١٩٩٥) أن التوصيات الرسمية لتسميد القنبيط فى هولندا تنص على ضرورة توفر ٣٠٠ كجم من النيتروجين للهكتار (١٢٦ كجم للفدان) فى الستين سنتيمترًا العلوية من التربة (النيتروجين غير العضوى المتوافر فى التربة حتى هذا العمق + الأسمدة المضافة). وقد وجد الباحثون أن الكمية المثلى هى ٢٥٠ كجم من النيتروجين للهكتار (١٠٥ كجم للفدان)، وأن نقص توفر النيتروجين عن ذلك المستوى أدى إلى زيادة حالات الترزير (الأقراص الصغيرة).

وتحت ظروف الأراضى الصحراوية (فى ولاية أريزونا الأمريكية) مع الرى تحت السطحى بالتنقيط والتسميد مع مياه الرى بلغ أقصى ما حصلت عليه نباتات القنبيط فى نمواتها الهوائية ٢٥٠ كجم من النيتروجين للهكتار (١٠٥ كجم للفدان)، وبلغ أقصى امتصاص يومى من العنصر ٥ كجم للهكتار (٢,١ كجم للفدان) خلال مراحل النمو النشيط بداية من مرحلة نمو الورقة الثانية عشر (Thompson وآخرون ٢٠٠٠أ). وقد ازدادت كمية النيتروجين المتبقية فى التربة بزيادة مستوى التسميد بالنيتروجين، وبزيادة الشد الرطوبى، وكانت المعاملة التى أعطت أعلى محصول (مع أخذ الجانب الاقتصادى وتلوث البيئة فى الاعتبار) هى التسميد بنحو ٣٥٠-٤٠٠ كجم N للهكتار (١٤٧-١٦٨ كجم N للفدان) مع شد رطوبى مقداره ١٠-١٢ كيلو باسكال kPa (Thompson وآخرون ٢٠٠٠ ب).

ويوصى Everaars (٢٠٠٠) بضرورة توفر ٢٢٥ كجم من النيتروجين للهكتار فى الستين سنتيمترًا العلوية من التربة سواء أكانت موجودة فيها طبيعيًا (نيتروجين غير عضوى)، أو إضيفت إليها بالتسميد، ويذكر أن نباتات القنبيط تمتص معظم النيتروجين الذى يتواجد فى الثلاثين سنتيمترًا السطحية. وقد تراوحت كمية النيتروجين الإجمالية التى امتصتها نباتات القنبيط عند الحصاد بين ١٧٠ و ٢٥٠ كجم للهكتار (٧١-١٠٥ كجم N للفدان)، بينما تبقى ما بين ٧، و ١٠٠ كجم N للكهتار فى التربة (٣-٤٢ كجم للفدان)، واحتوت بقايا النباتات على حوالى ٩٥-١٤٠ كجم N للهكتار (٤٠-٥٩ كجم للفدان). وبينما لم يستدل على حدوث أى فقد للنيتروجين من التربة أثناء النمو المحصولى، فإن الكميات المتبقية من العنصر يمكن أن تفقد من التربة بعد الحصاد (عند غسيل التربة للتخلص من الأملاح أو عند كثرة الأمطار).

ومن جهة أخرى .. أدت زيادة مستوى التسميد الآزوتى من ٨٠ حتى ٢٤٠ كجم للهكتار (من ٣٤ إلى ١٠٠ كجم للفدان) إلى تأخير النضج، وزيادة محتوى الأقراص من المادة الجافة، وعدد أوراق النبات، والمساحة الورقية ووزن القرص (من ٥٠٧ جم عند التسميد بمعدل ٨٠ كجم للهكتار إلى ٧٠٥ جم عند التسميد بمعدل ٢٤٠ كجم (Thakur وآخرون ١٩٩١).

هذا .. وقد وجد Rather وآخرون (٢٠٠٠) اختلافات بين أصناف القنبيط فى مدى كفاءة استخدامها للنيتروجين الممتص، وليس فى كفاءة عملية الامتصاص ذاتها.

٢ – الفسفور والبوتاسيوم:

قدر Everaarts & Moel (١٩٩٧) أن حوالى ٢٠ كجم من الفوسفور P، و ١٣٠ كجم من البوتاسيوم K تتم إزالتها مع المحصول المسوق من كل هكتار (٨,٤ كجم P، و ٥٤,٦ كجم K من كل فدان) من القنبيط.

٣ – المغنيسيوم:

استجابت نباتات القنبيط للتسميد بالمغنيسيوم فى أرض طميية رملية، وذلك عند زيادة مستوى التسميد من ٢٢,٥ إلى ٩٠ كجم Mg للكهتار (من ٩,٥ إلى ٣٨ كجم Mg للفدان)، بينما لم تكن لزيادة مماثلة فى أرض طميية طينية أى تأثير على محصول القنبيط.

٤ – البورون:

أدت زيادة التسميد بأى من المغنيسيوم أو البورون إلى نقص حالات إصابة النباتات بتجويف الساق. واستمر هذا التناقص فى الإصابة باستمرار زيادة التسميد بالبورون من ٢,٢ إلى ٨,٨ كجم/ هكتار (٠,٩ إلى ٣,٧ كجم/ فدان) (Batal وآخرون ١٩٩٧).

برامج التسميد

يوصى بإعطاء القنبيط برامج سمادية مماثلة لتلك التى أسلفنا بيانها للكرنب.

التبييض

يفضل أن تكون أقراص القنبيط دائمًا ناصعة البياض، ويتطلب ذلك ألاّ تتعرض الأقراص لضوء الشمس المباشر. وتتحقق الحماية من أشعة الشمس بصورة طبيعية – عندما تكون الأقراص صغيرة – بواسطة الأوراق الداخلية التى تنمو منحنية إلى الداخل فوق القرص. لكن الأقراص تزداد فى الحجم بعد ذلك، فتتباعد الأوراق عن بعضها كما تنمو الأوراق لأعلى، وبذا تتعرض الأقراص للشمس. ويمكن توفير الحماية اللازمة لها حينئذ بكسر ورقتين من الأوراق الخارجية للنبات على القرص – وتلك هى الطريقة العملية – أو بجذب الأوراق الخارجية معًا وربطها بخيط، ويفضل إجراء هذه العملية عندما يكون قطر القرص ٣–٥ سم. ويمكن استعمال ألوان مختلفة من الخيوط، وتغير

اللون المستخدم يوميًّا ليتخذ ذلك دليلاً على درجة النضج النسبى للأقراص عند الحصاد.

يكفى الغطاء عادة لمدة ٢-٣ أيام فى الجو الحار، و ٨-١٢ يوميًا فى الجو البارد لكى تتكون أقراص ناصعة البياض. وتؤدى زيادة المدة عن ذلك إلى تعفن الأوراق فى الجو الحار .. مما يؤدى إلى تلون الأقراص، وإلى أن يصبح القرص محببًا ricey فى الجو البارد. ولأجل ذلك. فإنه يلزم فحص الرؤوس يوميًا فى الجو الحار، وكل ٢-٣ أيام فى الجو البارد لتحديد موعد الحصاد. ويكفى - عادة - فحص عدد محدود من الرؤوس التى تكون أوراقها مربوطة بلون واحد من الخيوط (Roza & Jones ١٩٣٨، و Thompson & Kelly ١٩٥٧).

هذا .. ولم يجد Thomas وآخرون (١٩٩٢) فروقًا معنوية بين الأقراص المغطاة بغطاء من الأوليفين olefin المغزول غير المنسوج spunbounded (المنتج التجارى تايفك Tyvek) أو بغطاء من أوراق النبات ذاتها .. لم يجد فروقًا بينها وبين الأقراص غير المغطاة فى محتواها من المركبات الكاروتينية، إلاّ أن الأقراص المغطاة كانت أكثر بياضًا وأقل محتوى من المركبات الفلافونية flavonoids عن الأقراص غير المغطاة، حيث انخفض المحتوى إلى ٢٠٪، و ٤٠٪ فى الأقراص المغطاة بالتايفك وبالأوراق - على التوالى - مقارنة بمحتوى الأقراص غير المغطاة.

وتجدر الإشارة إلى أنه لا تلزم تغطية الرؤوس فى الأصناف المتأخرة التى تنضج فى الجو البارد، والتى تكون أوراقها طويلة، وكثيرة.

كما توجد أصناف من القنبيط تميل أوراقها على القرص بصورة طبيعية، وتحميه من التعرض لأشعة الشمس المباشرة، ويطلق على هذه الأصناف اسم ذاتية التبييض self blanching. كذلك توجد سلالات من القنبيط تبقى أقراصها بيضاء زاهية، ولا تتلون باللون الكريمى، أو الأصفر عند تعرضها لأشعة الشمس المباشرة (Dickson & Lee ١٩٨٠).

وقد أنتجت سلالة قنبيط عقيمة الذكر (يمكن أن تستخدم كأم مع الأباء المتآلفة معها عند إنتاج الهجين) ودائمة الاحتفاظ بلون الأقراص الأبيض persistent white curd،

أعطيت الرقم NY 7642A. تحتفظ هذه السلالة بلونها الأبيض الناصع حتى مع تعرضها لأشعة الشمس، ولا يلزمها ربط الأوراق التى تجرى بهدف حجب الشمس عن الأقراص وقد أنتجت هذه السلالة من التهجين:

(P. I. 183214 × Snowball A) × P. I. 183214

ثم التلقيح الذاتى مع الأنتخاب لسبعة أجيال، علمًا بأن مصدر صفة لون الأقراص الأبيض الدائم هو السلالة P.I. 183214 التى أدخلت إلى الولايات المتحدة من مصر (Dickson ١٩٨٥).

التوريق ومضاره

يجب الإقلاع عن عادة التوريق – وهى عملية خف أوراق النبات فى المرحلة الأخيرة من نموه لاستعمالها كغذاء للحيوانات. فقد ثبت أن خف الأوراق أثناء نمو النباتات، أو فى المراحل الأخيرة من نموها يحدث نقصًا جوهريًا فى النمو النباتى، والمحصول.

وقد أدى توريق أوراق الكرنب أو قصفها على الأقراص إلى نقص وزنها النهائى، وتناسب مقدار هذا النقص طرديًا مع زيادة شدة التوريق، وكان النقص فى حالة قصف الأوراق على الأقراص وسطًا بين النقص الذى سببه توريقًا بنسبة ٣٣٪ وذلك الذى سببه توريقًا بنسبة ٦٦٪. وكان النقص فى وزن الأقراص أعلى ما يمكن عندما أجرى التوريق والأقراص بقطر ٢٠–٣٨ مم. وقد تراوحت نسبة النقص فى وزن الأقراص بين ٦٤,٩٪ و ٨٥,٤٪ عندما أزيلت جميع أوراق النبات والأقراص بقطر ٢٠–٢٥ مم (Muro وآخرون ١٩٩٨).

كما وجد أن إزالة الأوراق (فى محاكاة للإصابات المرضية والحشرية) أدت إلى تقليل نمو القرص، مع زيادة فى فترة نموه، وتأخير النضج (Boogaard & Thorup-Kristensen ١٩٩٩).

الحصاد والتداول والتخزين

النضج والحصاد

تنضج أقراص القنبيط عادة بعد شهرين ونصف إلى أربعة أشهر ونصف من الشتل،

وتتوقف المدة على الصنف والظروف الجوية. ويستمر الحصاد عادة لمدة حوالى ٢٠-٣٠ يومًا. ويجرى الحصاد بعد أن تصل الأقراص إلى أكبر حجم لها، ولكن قبل أن تتفكك، أو تصبح محببة أو زغبية.

يبدأ الحصاد - عادة - عندما تكون ١٠٪ من النباتات قد أكملت تكوين أقراصها، ثم يستمر بعد ذلك كل يومين فى الجو الحار، وكل أربعة أيام فى الجو البارد، وذلك بقطع النبات بسكين تحت الرأس بمسافة كافية.

من الأهمية بمكان حصاد الأقراص وهى مازالت مندمجة، وخاصة عند الرغبة فى شحنها إلى أسواق بعيدة. وبينما لا توجد مخاطر تذكر إذا ما قطعت الأقراص قبل وصولها إلى أنسب حجم لحصادها، فإن قطعها بعد اكتمال تكوينها يعرضها إلى سرعة التفكك أثناء التداول والتخزين. وإنه يفضل دائمًا عدم إعطاء حجم الأقراص أهمية كبيرة، مع التركيز على حصاد الرؤوس التى تكون أقراصها مندمجة وبحالة جيدة.

هذا .. وتكمل أقراص القنبيط نموها سريعًا فى الجو الدافئ، وما لم تكن فترات ارتفاع درجة الحرارة متوقعة - بحيث يتم توفير العمالة اللازمة للحصاد مسبقًا - فإن نسبة كبيرة من النباتات قد تُفقد بسبب انفراج أقراصها قبل حصادها. وإذا ما أصبح جزء من الحقل زائد النضج فإنه يفضل القبول بهذه الخسارة والاستمرار فى حصاد الأقراص الجيدة فقط حتى لا تصبح هى الأخرى زائدة النضج إذا ما تركت جانبًا لحين حصاد الجزء الزائد النضج (Jones & Roza ١٩٢٨).

التداول

التقليم

تنظف الرؤوس من الأوراق الزائدة بسكين، وتقلم الأوراق المحيطة بالرأس jacket leaves حتى ارتفاع ٢-٣ سم فوق مستوى القرص. وتعمل الأجزاء المتبقية من الأوراق على حماية الرؤوس من الاحتكاك ببعضها البعض عند التعبئة. كذلك تقطع ساق النبات، ويترك منها جزء صغير يحمل دائرة واحدة من الأوراق الخارجية الكبيرة، بالإضافة إلى الأوراق الداخلية الصغيرة.

التبريد المبدئي

يبرد القنبيط مبدئيًا إما بالثلج المجروش – حيث يخلط الثلج المجروش مع الأقراص، وتحفظ على هذه الحال لعدة أيام بصورة جيدة – وإما بالتفريغ.

كما يمكن تبريد القنبيط مبدئيًا بالماء البارد (hydrocooling) بسرعة كبيرة، فمثلاً .. أمكن خفض حرارة الرؤوس من ٢١,١ إلى ٤,٤°م في خلال ٢٠ دقيقة بالغمر في الماء المثلج على حرارة ١,١°م، هذا .. في الوقت الذى تطلب التبريد المبدئي تحت تفريغ ٣٠ دقيقة لتحقيق نفس الدرجة من التبريد عندما تم بل الأقراص بالماء، بينما لم يمكن تبريد الأقراص غير المبللة لنفس الفترة (٣٠ دقيقة) تحت تفريغ إلاّ لحوالى ١٠°م، وهو أمر غير كافٍ.

التغليف

قد تنظف الرؤوس من الأوراق كلية، ثم تعبأ في أغشية من ورق السوليفان الشفاف. وقد يقطع القرص ذاته إلى أجزاء، توضع في صوان ورقية وتغطى بالسوليفان.

وعندما غلفت أقراص القنبيط بأنواع مختلفة من الأغشية (هي: البولى فينايل كلورايد PVC بسمك ١٤ ميكروميتر، والبولى إثيلين قليل الكثافة LDPE بسمك ١١، أو ١٥، أو ٢٠ ميكروميتر (ميكرون)، والـ microwavable LDPE بسمك ١١ ميكرون) وخزنت لمدة أسبوع على حرارة ١,٥°م لمحاكاة فترة الشحن التجارى، ثم لمدة ٢,٥ يوم على ٢٠°م لمحاكاة فترة العرض في الأسواق .. كانت أفضل النتائج عندما كان تغليف الأقراص في LDPE بسمك ١١ ميكروميتر. وقد تساوت جميع الأغشية التي استعملت في تأثيرها على تركيب الهواء الداخلى (حوالى ١٦٪ أكسجين، و ٢٪ ثانى أكسيد كربون أثناء التخزين البارد، وحوالى ١١٪ أكسجين، و ٣,٥٪ ثانى أكسيد كربون أثناء محاكاة فترة العرض بالأسواق) وصفات الجودة بصورة عامة ، واصفرار الأقراص وتلونها باللون البنى، وفى إصابتها بالألترناريا، هذا بينما كان الفقد في الوزن أقل كثيرًا عندما استعملت أغشية الـ LDPE عما كان عليه الحال عندما استعمل غشاء الـ PVC (Artes & Martinez ١٩٩٥).

التدريج

توجد عدة رتب دولية للقنبيط، يمكن الرجوع إلى مواصفتها فى OECD (١٩٧١).

وللتفاصيل المتعلقة برتب القنبيط المعمول بها فى السوق الأوربية المشتركة .. يراجع موضوع التصدير.

التخزين

يؤدى تعرض الأقراص لحرارة عالية بعد الحصاد إلى اصفرار الأوراق المحيطة بها وسقوطها قبل عرضها بالأسواق. وتقل سرعة اصفرار الأوراق وفقدها بانخفاض درجة الحرارة؛ ففى ٧°م تصفر ٣-٦ أوراق فى خلال أسبوع واحد، وتصفر كل الأوراق بعد أسبوع آخر، وفى ٥°م يكون الاصفرار أقل سرعة، أما فى الصفر المئوى فلا يبدأ الاصفرار قبل مرور شهر على الحصاد (Jones & Roza ١٩٢٨).

وأفضل الظروف لتخزين الرؤوس الجيدة، هى: حرارة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية مقدارها ٩٥٪. تحتفظ الرؤوس بجودتها تحت هذه الظروف لمدة ٣-٤ أسابيع. ويمكن تخزين الرؤوس الأقل نضجا لمدة أطول من الرؤوس الزائدة النضج.

ويتوقف نجاح التخزين على تجنب ما يلى:

١ - تجمد الرؤوس؛ لأن ذلك يؤدى إلى ظهور مناطق مائية بها، ثم تبقعها باللون البنى.

٢ - أرتفاع درجة الحرارة؛ لأن ذلك يؤدى إلى سرعة تدهور الرؤوس وتحببها، وتلونها باللون البنى كذلك (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

٣ - انخفاض الرطوبة النسبة؛ لأن ذلك يؤدى إلى ذبول الأوراق المحيطة بالرأس.

وربما يؤدى تخزين القنبيط فى تركيز منخفض من الأكسجين (أقل من ٢٪)، وتركيز مرتفع من ثانى أكسيد الكربون (أعلى عن ٥٪) إلى إكساب المحصول نكهة غير مرغوب فيها تظهر عند طهى الأقراص، ويكون التأثير السلبى لزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون على النكهة أطول بقاء بعد إخراج المحصول من المخزن عن التأثير السلبى الذى يحدُثه نقص تركيز الأكسجين (عن Lougheed ١٩٨٧).

التصدير

تشترط السوق الأوروبية المشتركة أن تكون رؤوس القنبيط المسوقة بها طازجة، وكاملة، ونظيفة، وخالية من الرطوبة الحرة الخارجية غير العادية ومن الروائح الغريبة والطعم غير العادى، وأن تكون مطابقة لمواصفات الرتبة.

ويصنف القنبيط إلى ثلاث رتب، كما يلى:

١ – رتبة الإكسترا:

يجب أن تكون الرؤوس مطابقة فى مواصفاتها للصنف، وجيدة التكوين، وصلبة، وكاملة، وذات لون أبيض متجانس أو كريمية فاتحة، وخالية من أى عيوب. وإذا سوقت الرؤوس مع بعض الأوراق المشذبة فإنها يجب أن تكون طازجة المظهر (غير ذابلة).

٢ – الرتبة الأولى:

يجب أن تكون الرؤوس مطابقة فى مواصفاتها للصنف وجيدة النوعية، ولكن يسمح بعيوب بسيطة فى الشكل، واللون، وبدرجة بسيطة جدًّا من "الزغبية" woolliness هذا .. إلاّ أن أجزاء القرص يجب أن تكون متماسكة وصلبة، وبيضاء إلى عاجية اللون، وخالية من الجروح وأوراق القرص (التى قد تبرز منه) وأضرار الحشرات والأمراض كذلك يجب أن تكون أوراق الرأس المشذبة (فى حالة التسويق بالأوراق) طازجة المظهر.

٣ – الرتبة الثانية:

يسوق فى هذه الرتبة رؤوس القنبيط التى لا تصلح للتسويق فى الرتب الأعلى، حيث يجب أن تتوفر فيها الشروط العامة، ولكن يسمح بوجود عيوب بسيطة فى الشكل، والتماسك، والتلون الأصفر، كما يسمح فيها بوجود درجة بسيطة من لفحة الشمس، وما لا يزيد عن خمس أوراق بلون أخضر باهت، وبدرجة بسيطة من الزغبية woolliness. كذلك يسمح فيها بوجود آثار من الأضرار الحشرية والمرضية والخدوش بشرط ألاّ تؤثر تلك العيوب فى قدرة الرؤوس على التخزين.

كذلك يدرج القنبيط على أساس الحجم، ويتحدد ذلك بأكبر قطر للقرص، أو بطول القوس الذى يمر بقمة القرص ويمتد إلى أقصى قطر له. ويعتبر الحد الأدنى لحجم

الأقراص هو ١١ سم للقطر، و١٣ سم للقوس. ويجب ألا يزيد الفرق بين أصغر الأقراص وأكبرها في العبوة الواحد عن ٤ سم عند التدريج على أساس القطر، و ٥ سم عند إجراء التدريج على أساس القوس.

هذا .. ويسمح فى الرتبة الإكسترا بنسبة رؤوس لا تتجاوز ٥٪ لا تكون مطابقة للرتبة ولكنها تكون مطابقة للرتبة الأولى، كما يسمح فى الرتبة الأولى بنسبة رؤوس لا تتجاوز ١٠٪ لا تكون مطابقة للرتبة ولكنها تكون مطابقة للرتبة الثانية، ويسمح فى الرتبة الثانية بنسبة رؤوس لا تتجاوز ١٠٪ لا تكون مطابقة للرتبة، ولكنها تكون صالحة للاستهلاك.

ويسمح فى جميع الرتب بنسبة ١٠٪ من الرؤوس – بالعدد فى العبوة الواحدة – تكون مخالفة فى الحجم، ولكنها تكون فى حدود الحجم الأكبر أو الأصغر مباشرة لحجم رؤوس العبوة. ويجب ألا يقل حجم الرأس فى أصغر الأحجام عن ١٠ سم فى القطر أو ١٢ سم فى القوس.

وفى جميع الحالات يجب ألاً تزيد نسبة التجاوزات الكلية عن ١٠٪ فى رتبة الإكسترا، وعن ١٥٪ فى الرتبتين الأولى والثانية.

الأمراض والآفات ومكافحتها

يصاب القنبيط بالأقراص والآفات ذاتها التى يصاب بها الكرنب، والتى أسلفنا بيانها وطرق مكافحتها فى الفصل الرابع.



الفصل السابع

فسيولوجيا القنبيط

فترة الحداثة، وتكوين الرؤوس (الأقراص)، والإزهار

فترة الحداثة

تمر نباتات القنبيط بفترة حداثة Juvenile Period لا تتهيأ خلالها لتكوين الأقراص، ويتوقف طول تلك الفترة على الصنف، ويبدو أنها ترتبط بتكوين حد أدنى من الأوراق يتراوح عادة بين ٦–٨ أوراق مكتملة التكوين، أو نحو ٣٥–٥٠ ورقة متميزة حسب درجة الحرارة.

ويستدل من دراسات Sadik (١٩٦٧) أن نباتات القنبيط لا تتهيأ خلال فترة الحداثة للإزهار حتى ولو تعرضت للبرودة. وقد كانت تلك الفترة خمسة أسابيع من الزراعة في الصنف المبكر سنوبول إم Snowball M، وثمانية أسابيع في الصنف المتأخر فبراير – إيرلى مارس February–Early March . وقد أمكن تهيئة النباتات للإزهار بعد هذه الفترة، بتعريضها لمعاملة الارتباع وهي ٥,٥°م لمدة ٦ أسابيع. وتميزت نهاية فترة الحداثة بنمو ١٦ ورقة حقيقية بكل نبات في الصنف الأول، و ١٨ ورقة في الصنف الثاني.

وفي دراسة أجريت على أربعة أصناف من القنبيط تراوح الحد الأدنى لعدد الأوراق التي تكونت قبل بداية التهيئة لتكوين الأقراص بين ٢١، و ٢٢ ورقة في جميع الأصناف، بينما كان الحد الأقصى ٣٨، و ٤٢، و ٤٧، و٥٠ يومًا – على التوالي – في الأصناف White Fox، و Dok Elgon ، و White Rock، و Revito (Wurr وآخرون ١٩٩٠أ).

ولقد انتهت فترة الحداثة في صنفين من القنبيط (هما: دليرا Delira، وإلجون Elgon) بتكوين ١٧–١٩ ورقة ظاهرة visible leaf (وصفت بتلك التي يزيد طولها عن ١

سم). وقد أثر عدد الأيام التى استغرقتها صدمة الشتل لحين معاودة النمو على طول فترة الحداثة أكثر من أى عامل آخر. أما الوقت الذى لزم لبدء تكوين القرص بعد انتهاء فترة الحداثة فقد اعتمد على درجة الحرارة، حيث أدى ارتفاعها إلى تأخير بدء تكوين القرص وزيادة العدد النهائى لأوراق النبات (Booij ١٩٩٠أ).

ومن المعروف أن الأصناف الصيفية (فى المناطق الباردة) تكوّن غالبًا ١٥ ورقة، بينما يمكن أن تنتج الأصناف الشتوية (مثل Roscoff) ما يزيد عن ١٠٠ ورقة قبل أن تتهيأ لتكوين الأقراص. ولذا .. تزيد كثيرًا الفترة من الزراعة إلى تهيئة تكوين الأقراص فى الأصناف الشتوية عما فى الأصناف الصيفية (Wurr & Fellows ٢٠٠٠).

ويتميز انتهاء فترة الحداثة فى القنبيط بازدياد واضح فى قطر القمة الميرستيمية للنبات مقارنة بقطر القمة الميرستيمية فى مرحلة الحداثة ذاتها، وتحدث زيادة أكبر بعد تعرض النباتات لفترة من البرودة بعد انتهاء فترة الحداثة.

وعلى الرغم من أن فترة الحداثة تتحدد أساسًا بالصنف، إلا أنها تتأثر كثيرًا بالعوامل البيئية، وخاصة تلك التى تحد من توفر الغذاء المجهز، مثل: الإضاءة الضعيفة، وفقد الأوراق.

ومن الناحية العملية، فإن وجود فترة حداثة يسمح للنبات بالنمو إلى حجم مناسب قبل أن يمكن تهيئته لتكوين القرص (Wien & Wurr ١٩٩٧).

تهيئة النباتات لتكوين القرص

مع نهاية مرحلة الحداثة يمكن استحثاث النبات على تكوين القرص، ولكن تختلف الأصناف فى طول الفترة التى تبقى فيها النباتات – التى انتهت من فترة الحداثة – خضرية قبل أن تتهيأ أقراصها للتكوين، علمًا بأن تلك التهيئة تعتمد على درجة الحرارة وتتأخر بارتفاعها. كذلك تختلف الأصناف فى طول الفترة التى تلزم لإنتاج أقراص صالحة للحصاد بعد تهيؤ الأقراص للتكوين.

وتبعًا لدراسات Sadik (١٩٦٧) فقد تكونت الأقراص بعد انتهاء فترة الحداثة – دونما حاجة لمعاملة برودة – فى الصنف المبكر سنوبول إم، بينما لزمت معاملة التعريض

للبرودة لتكوين الأقراص في الصنف المتأخر فبراير - إيرلى مارس، ولم يكن للفترة الضوئية أى تأثير على تكوين الأقراص فى كلا الصنفين.

وأدى تعريض النباتات التى كونت ١٩ ورقة لحرارة ٧°م لمدة ١٨ يومًا إلى تهيئتها مبكرًا لتكوين الأقراص (Aditya & Fordham ١٩٩٥).

إن أفضل درجة حرارة لتهيئة قرص القنبيط للتكوين تبلغ حوالى ٩، و ٢٤°م، ويتراوح المجال المناسب بين ٧، و ١٢°م، بينما تنعدم التهيئة فى درجة الصفر المئوى وفى حرارة ٢٦°م، ويختلف الأمر باختلاف الأصناف، حيث تتراوح درجة الحرارة العظمى بين ١٦، و ٣٠°م فى مختلف الأصناف، وإذا استمرت الحرارة على هذا المستوى المرتفع فإن النباتات تستمر فى تكوين أوراق جديدة وتفشل فى تكوين الأقراص (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

وقد قدر Fellows وآخرون (١٩٩٩) درجات الحرارة التى تمثل الحد الأدنى والأمثل والأقصى لتهيئة الأقراص للتكوين - على التوالى - بنحو ٢,٢، و ٩,٤، و ٢٤°م فى الصنف Perfection، وبنحو ٢,٩، و ١٣، و ٢٣,١°م فى الصنف Gypsy، وكلاهما من الأصناف الصيفية. ويستدل من نتائج هذه الدراسة أن الحداثة لا يمكن التعبير عنها جيدًا بعدد الأوراق، وأنه تحت الظروف المثلى لا يستغرق استحثاث الأقراص للتكوين أكثر من ٦ أيام.

كذلك أدت تغطية النباتات فى صنفين شتويين من القنبيط (منتخبين من الصنف Roscoff) بالأغطية الطافية غير المنسوجة إلى تأخير التهيئة لتكوين الأقراص بنحو ٩٣ يومًا، وزيادة عدد الأوراق بمقدار ٥٠ ورقة مقارنة بالنباتات التى لم تغطى. ووجد أنه خلال مرحلة الحداثة ازداد قطر القمة النامية خطيًّا مع درجة الحرارة حتى وصل القطر إلى ٠,٢ مم، وبعد ذلك اختلفت الاستجابة لدرجة الحرارة؛ بما يعنى أن تغيرًا ما حدث عندما بلغ قطر القمة النامية ٠,٢ مم، وقد تراوح عدد الأوراق المتكونة حينئذٍ بين ٢٣، و ٢٨ ورقة. وقد أدت أى زيادة فى فترة تعرض النباتات لحرارة تزيد عن ١٦°م إلى تأخير التهيئة لتكوين الأقراص (Wurr & Fellows ١٩٩٨).

هذا .. وتكوّن أصناف القنبيط التى تنمو طبيعيًّا فى المناطق الاستوائية أقراصًا -

بصورة طبيعية – فى حرارة ٢٥°م – وذلك بعد تكوين حوالى ٤٠ ورقة. وتتميز تلك الأصناف بأن فترة الحداثة فيها قصيرة، وأنها يمكن أن تتهيأ لتكوين الأقراص بعد نحو أسبوع واحد إلى أسبوعين من التعرض للحرارة المنخفضة. وإذا ما زرعت هذه الأصناف فى المناطق الباردة فإنها لا تنمو إلا بقدر يسير قبل أن تتهيأ لتكوين الأقراص، ولذا .. فإن أقراصها تكون فى تلك الظروف صغيرة، وسريعًا ما تصبح محببة ricey، ثم تبدأ فى الإزهار. ويؤدى استمرار تعرض هذه الأصناف لحرارة تتراوح بين ١٢، و ١٥°م لفترة طويلة خلال المراحل المبكرة لنموها .. يؤدى ذلك إلى تكوينها لرؤوس خضراء تشبه رؤوس البروكولى (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

وفى دراسة شملت الصنف Revito (وهو من أصناف المناطق الباردة) وصنف آخر محلى من موريشس (B24/94، وهو من أصناف المنطقة الاستوائية) تهيأت الأقراص للتكوين فى كليهما بصورة أبكر على حرارة ١٣,٥°م، وذلك فى خلال ٢١–٢٨ يومًا من تعريض النباتات لتلك الدرجة. وبالمقارنة .. توقفت التهيئة لتكوين الأقراص كليًّا فى حرارة ٢٢,٥°م فى الصنف Revito وفى حرارة ٢٥°م فى الصنف B24/94. وبينما ازداد قطر القمة النامية بمعدل متساو على كل من ١٩,٥°، و ١٣,٥°م فى الصنف المحلى، فإنه لم تلاحظ أى زيادة فى قطر القمة النامية على حرارة ١٩,٥°م فى الصنف Revito. وأنتجت النباتات أكبر عدد من الأوراق على حرارة ٢٥°م فى الصنف المحلى، وعلى حرارة ٢٢,٥°م فى الصنف Revito (Nowbuth ١٩٩٨).

وفى دراسة أخرى على هذين الصنفين، وجد أن التهيئة لتكوين الأقراص تتأثر بكل من درجة الحرارة والتظليل، فقد كانت التهيئة أسرع فى حرارة ١٣,٥°م عنها فى أى من درجات الحرارة الأعلى أو الأقل من ذلك، كما كانت أبكر فى الصنف المحلى الاستوائى B24/94 عما فى الصنف Revito فى جميع درجات الحرارة. وفى جميع درجات الحرارة التى تهيأت فيها الأقراص للتكوين كان الصنف Revito أكثرًا تأثرا بالتظليل عن الصنف المحلى، وأدت زيادة أى من درجة الحرارة أو شدة التظليل (من صفر إلى ٤٠٪ ثم إلى ٦٠٪ تظليل) إلى زيادة عدد الأوراق المتكونة أسفل القرص (Nowbuth & Pearson ١٩٩٨).

ويرتبط تكوين القرص فى القنبيط بتوفر مستوى مرتفع من المواد الكربوهيدراتية فى

النبات، إلى درجة أن بعض الباحثين تمكنوا من منع تكوين الأقراص بخفض مستوى المواد الكربوهيدراتية، وذلك بتعريض النباتات للظلام، أو بإبقائها فى هواء خال من ثانى أكسيد الكربون. وعلى العكس من ذلك .. أمكن إسراع تكوين الأقراص بمعاملة القمم النامية بالسكروز. وقد اقتُرِح أن الحرارة المنخفضة تلزم لتكوين الأقراص لأجل تقليل المنافسة على الغذاء المجهز بين الأوراق الجديدة النامية والميرستيم القمى، وذلك بتثبيط تكوين الأوراق (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

وقد قام Wheeler وآخرون (١٩٩٥) بزراعة صنف القنبيط بلانا Plana فى صوبات بلاستيكية أحدث فيها تباين تدريجي فى درجة الحرارة امتد من أحد الجانبين نحو الجانب الآخر، وتم الإبقاء على تركيز ثانى أكسيد الكربون الطبيعى فى صوبة، بينما رفع تركيزه فى صوبة أخرى. وقد وجد أن الوزن الجاف الكلى للنباتات النامية فى هواء يحتوى على ثانى أكسيد كربون بتركيز ٥٣١ ميكرومول/ مول (531 umol CO_2/mol) كان أعلى بمقدار ٣٤٪ عن تلك التى نمت فى هواء يحتوى على ثانى أكسيد كربون بتركيز ٣٢٨ ميكرومول/مول، بينما أدى ارتفاع الحرارة بمقدار درجة واحدة مئوية إلى نقص الوزن الجاف بمقدار ٦٪. كما وجد أن معدل التقدم نحو التهيئة لتكوين الأقراص ازداد إلى حد أقصى عند ١٥,٥°م، ثم تناقص بعد ذلك، بينما لم يؤثر تركيز ثانى أكسيد الكربون على موعد بداية تكوين الأقراص.

وقد لوحظت زيادة فى تركيز الجبريللينات فى نباتات القنبيط قبل نحو أسبوعين من تهيئة الأقراص للتكوين وعندما عرضت النباتات للبرودة ازداد تركيز الجبريللينات فيها.

هذا إلا أن معاملة نباتات القنبيط بحامض الجبريلليك GA_3 فشلت فى تقليل عدد الأوراق التكونة قبل القرص، أو فى إسراع تكوينه (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

كما وجد أن التهيئة لتكوين الأقراص بدأت فى صنف القنبيط Nautilus بعد ٣ أسابيع من الزراعة على حرارة ١٠°م بعدما كونت النباتات ٢٣ ورقة (أوراق ظاهرة + مبادئ أوراق)، وحصل على نتائج مماثلة عندما عوملت النباتات بالجبريللين GA_{4+7} فى درجة الحرارة ذاتها، ولكن أدت المعاملة بالجبريللين فى حرارة ٢٢°م إلى تقليل عدد

الأوراق المتكونة بنسبة ٣٠٪. وقد أمكن التعرف على سكريات الجلوكوز، والفراكتوز، والسكروز في القمة النامية للنباتات في حرارة ١٠°م، وأدت المعاملة بالجبريللين إلى زيادة تركيز السكريات في كل من حرارة ١٠°، و ٢٢°م وتعني هذه النتائج أن المعاملة بالجبريللين لا تسرع التهيئة لتكوين الأقراص في القنبيط إلاّ في الظروف غير المناسبة للارتباع (Fernandez وآخرون ١٩٩٧).

قرص القنبيط

لقد وصف قرص القنبيط بأنه تركيب قبل زهرى prefloral structure يشترك في بعض خصائص القمم الميرستيمية الخضرية والجنسية فهذه القمم الميرستيمية – مثل القمم الخضرية – تظهر بها حالة الـ phyllotaxy للأوراق: ٥+٨، ولكن تطور الأوراق فيها ضَعُفَ بحيث لا يظهر منها بالقرص سوى قنابات أما البراعم الجانبية للميرستيم فإنها تزداد حجمًا وتتفرع بكثرة، وتكون القمم النامية لهذه التفرعات سطح القرص. وتتميز هذه القمم الميرستيمية جزئيًا إلى تراكيب زهرية تحتوى على تكتلات من البراعم الزهرية الأثرية التي يمكن ملاحظتها مجهريًا، ولكن نمو البرعم الزهرى يكون متوقفًا في تلك المرحلة. ويمكن للقرص – الذى يكون أقصر وأسمك كثيرًا عن النمو الزهرى الطبيعي – يمكن أن ينتج نورة النبات إذا ما سادت الظروف البيئية الملائمة لذلك وإذا لم يحصد القرص فإن معظمه يتحلل إلاّ إذا كان النبات قد أعطى احتياجاته من البرودة لتهيئة تكوين البراعم الزهرية؛ ففي تلك الحالة تتحفز بعض المبادئ إلى تراكيب تكاثرية (زهرية) ويتزامن تكوين البراعم الزهرية مع نمو البراعم، فتبرز من القرص، معطيه إياه مظهرًا حبيبيًا يعرف باسم riceyness. ومع تكوين الأجزاء التكاثرية يحدث نمو واضح بفروع القرص، وخاصة عند الحواف. وعند وقت تفتح الأزهار يمكن أن يصل طول حواملها إلى ٢٠–٥٠ سم فوق مستوى القرص.

وكما أسلفنا .. فإن للقنبيط احتياجات حرارية خاصة خلال مراحل الحداثة، والارتباع، ونمو القرص، بما يجعل توفير تلك الظروف المحددة خلال مختلف مراحل نموه – لإنتاج محصول جيد – أمرًا صعبًا. ونجد أن إنتاج الأوراق وزيادتها في النمو يزدادان بارتفاع درجة حرارة حتى نهاية مرحلة الحداثة، حيث تبدأ احتياجات

البرودة (من ٧-١٢°م) لتكوين الأقراص، وإذا لم تتوفر البرودة بالقدر الكافى فإن الأقراص يتأخر تكوينها، أو يتعطل بتكوين مزيد من الأوراق. أما إذا كانت البرودة أكثر عما ينبغى، فإن النمو الورقى يتقلص، مما يؤدى إلى تكوين أقراص صغيرة – فيما يعرف بظاهرة التزرير buttoning – أو تكوين أقراص محببة ricey.

وتؤدى الاختلافات بين نباتات الحقل الواحد فى نمو النباتات والأقراص إلى تباينها فى موعد الحصاد المناسب حيث يمتد لعدة أسابيع. ويؤدى تقليص هذه الفترة إلى جعل عملية الحصاد أقل تكلفة.

وقد تركزت جهود تقليص فترة الحصاد على تحسين تجانس النمو النباتى من خلال المعاملات الزراعية وطرق الإنتاج. فمثلاً أدى التحول من الزراعة بالشتل إلى الزراعة بالبذور فى الحقل الدائم مباشرة إلى خفض فترة الحصاد العادية – التى تتراوح بين ٢٠، و ٣٠ يومًا – إلى النصف. كما أمكن تخفيف بعض التجانس بتوفير مسافات متجانسة بين النباتات فى المشتل، وبشتل النباتات وهى أصغر حجمًا. وتحقق قدر أكبر من التجانس بإنتاج الشتلات بصلايا فى الشتّالات. فمثلاً .. انخفضت فترة حصاد الصنف White Fox من ٢٩-٤٣ يومًا باستعمال الشتلات العادية إلى ١٤-٢٢ يومًا باستعمال الشتلات ذات الصلايا التى أنتجت فى الشتّالات (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

ولقد بدأ تكوين الأقراص فى إحدى الدراسات بعد تراكم ٢٩٦ درجة حرارية يومية أعلى من درجة حرارة أساس مقدارها ٢,٨°م. واختلفت أصناف القنبيط فى درجة الحرارة المثلى لنمو القرص حيث قدرت بنحو ١٦°م فى الصنف Jubro، و ٢١°م فى الصنف White Fox، و ٢٥°م فى الصنف Revito (Pearson وآخرون ١٩٩٤).

وكونت أبكر الأصناف اليابانية القرص الزهرى خلال فترة من التعريض للبرودة (حرارة أقل من ٢٥°م) دامت ٢-٤ أسابيع. هذا إلاّ أن الأصناف المبكرة والمتوسطة التبكير كونت أقراصها فى حرارة عالية نسبيًا بعد انتهاء فترة التعريض للبرودة. وقد تطلبت الأصناف الأكثر تأخيرًا حرارة أكثر انخفاضًا، ولفترة أطول، وازداد فيها طول فترة الحداثة – لأجل تكوين الأقراص – عمّا فى الأصناف الأبكر.

وكون الصنفان Snow Queen، و Nozaki-wase أقراصهما فـى حـرارة ٢٠-٢٥ْم، و ١٠-٢٠ْم على التوالى. وقد حدثت بهما ظاهرة الـ ricing (وهى اكتساب سـطح القـرص ملمسًا قطيفيًّا بسبب تكوينه لبراعم زهرية صغيرة) فى حرارة أقل من تلك المبينة، حيـث تقدم تكوين البراعم الزهرية على تكوين الأقراص. أما فى الحرارة الأعلى عن تلك المبينـة أعلاه، فقد حدثت ظاهرة تكوين الزغـب fuzziness والتوريـق leafiness بسـبب تكويـن القنيبـات bracteoles، والقنابـات الخضـراء green bracts، علـى التـوالى (عــن Etoh ١٩٩٤).

وقد قام Wheeler وآخرون (١٩٩٥) بدراســة تأثـير التداخـل بـين تركـيز غـاز ثـانى أكسيد الكربـون ودرجـة الحـرارة علـى نمـو الأقـراص، ووجـدوا أن الزيـادة فـى وزنـها وأقطارها – فى تركيز ٥٣١ ميكرومول ثانى أكسيد كربـون/مـول مقارنـة بـتركيز ٣٢٨ – كانت أكبر فى الحرارة الأعلى (٢٧٪ على ١٣ْم مقارنـة بنحـو ٤٧٪ علـى حـرارة ١٥ْم بعد ٥٧ يومًا من بداية تكوين الأقراص). وكان تأثير تركيز ثانى أكسيد الكربون على قطر القرص أقل من تأثيره على الوزن الجاف للقرص الذى ازداد بزيادة تركـيز ثـانى أكسـيد الكربون؛ بما يعنى أن تأثير زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون علـى الـوزن الطـازج كـان أقل من الزيادة فى الإنتاج الكلى من المادة الجافة.

وتمكن Wurr وآخرون (١٩٩٠ب) من التوصل إلى معادلــة يمكـن عـن طريقـها التنبـؤ بموعد وصول القرص إلى أى حجم معين، وتمثل هـذه المعادلـة العلاقـة (الــ quadeatic) بين لوغاريتم قطر القرص وعدد الوحدات الحرارية الأعلــى مـن الصفـر المئـوى المتراكمـة يوميًّا بدءًا من التهيئة لتكوين القرص.

وقد ارتبط طول فترة الحصاد إيجابيًّا مع طـول فـترة بـدء تكويـن الأقـراص، وكذلـك بدرجة الحرارة أثناء نمو الأقراص (Booij ١٩٩٠أ).

كذلك وجد أن الاختلافات بين أقطار الأقراص ترتبط بصورة أساسية بالإختلافات فى عدد أوراق النبات التى يزيد طولها عن ١ سم، وفى عدد الأوراق النهائى للنبات (Booij ١٩٩٠ب).

تهيئة النباتات للإزهار

تتهيأ نباتات القنبيط للإزهار – بعد انتهاء فترة الحداثة – بتعريضـها لمعاملة الارتبـاع

– وهى ٥,٥ °م لمدة ٦ أسابيع، وليس للفترة الضوئيــة أى تأثير فـى هـذا الشـأن (Sadik ١٩٦٧).

ووجد Fujime & Okuda (١٩٩٦) أنه بدون تعريض نباتات الصنــف Snow Queen للحرارة المنخفضة بعد تكوين الأقراص، فإن الأعناق peduncles لم تستطل كمـا ينبغـى، وثُبط تكوين البراعم الزهرية عند مرحلة الانتفاخ الأولى، ثم ذبل القرص. وقد بدأ وضاحًـا أن احتياجات البرودة التى لزمت لتهيئة البراعم الزهرية للتكوين فى القنبيط كانت أكبر من تلك التى لزمت لتكوين الأقــراص. وعندمـا كـانت الحـرارة أقـل مـن الدرجـة المثلـى لتكوين الأقراص ظهرت حالة الـ riciness، ربمــا نتيجــة لسـيادة تطـور تكويـن الـبراعم الزهرية على تكوين القرص. وعلى العكس من ذلك .. عندما كـانت الحـرارة أعلـى عـن الدرجة المثلى لتكوين الأقراص ظهرت حالة الـ fuzziness – نتيجة لنمو أجــزاء القـرص المسماة بالـ bracteoles – ربما نتيجة للتحـول العكسـى – الجزئـى – مـن حالـة تكويـن القرص إلى حالة النمو الخضرى. أما حالة القــرص المتـورق فقـد حدثـت عندمـا عرضـت الأقراص لحرارة أعلى من تلك التى شجعت على حدوث حالة الـ fuzziness. وقد نمت هذه الأوراق الخضراء من القنابات الإبطية للأعناق peduncles الأولية.

هذا .. ولم ينتقل العامل المحفز للإزهار بالتطعيم الجــانبى مـن النباتـات المزهـرة إلى الخضرية النمو، أو من النباتات التى تعرضت لعاملة البرودة إلى التــى لم تعـامل (Sadik ١٩٦٧).

التخطيط للزراعات المتتابعة

توصل Grevsen (١٩٩٠) إلى المعادلة التالية لأجل تخطيط موعـد الزراعـات المتتاليـة لجعل الحصاد خلال فترة زمنية ممتدة.

$$y = C - 11.24(x) + 0.0423\ (x^2)$$

حيث إن:

y = عدد الوحدات الحرارية اليوميةالمتراكمة الأعلى عن ٥ °م من الزراعة إلى الحصاد.

C = تأثير الصنف.

x = رقم يمثل تاريخ الزراعة.

X^2 = مربع الرقم الممثل لتاريخ الزراعة.

ولقد أخذت هذه المعادلة فى الاعتبار ٨٤٪ من الاختلافات التى شوهدت فى عدد الوحدات الحرارية المتراكمة الأعلى عن ٥ْم.

كذلك أظهرت الفترة من الشتل إلى بداية تكوين الأقراص قدرًا أكبر من التباين عن الفترة من بداية تكوين الأقراص إلى الحصاد، وتوصل الباحث إلى المعادلة التالية للتنبؤ بموعد الحصاد بعد تهيئة القرص للتكوين.

$$\ln CD = -4.07 + 0.0114\ (acc\ dd)$$

حيث إن:

ln = اللوغاريتم الطبيعى.

CD = قطر القرص.

acc dd = عدد الوحدات الحرارية المتراكمة الأعلى عن ٥ْم من بداية تكوين الأقراص إلى الحصاد.

ولقد فسرت هذه المعادلة ٨٩٪ من الاختلافات فى قطر الأقراص.

محتوى القنبيط من أيون الثيوسيانات

يحتوى القنبيط – كغيره من الخضر الصليبية الأخرى – على مركبات الثيوجلوكوسيدات thioglucosides التى تتحلل إنزيميًا عند تهتك الأنسجة، وتنتج منها أيونات الأيزوثيوسيانات isothiocyanates، والثيوسيانات thiocyanate وغيرها. وهى مركبات مسئولة عن إكساب الصليبيات نكهتها المميزة، إلا أن وجودها – بتركيز مرتفع، وتعاطيها بكميات كبيرة – يمكن أن يصيب الإنسان بتضخم فى الغدة الدرقية.

وتوجد تلك القدرة على إحداث تضخم فى الغدة الدرقية فى عديد من الخضر الصليبية، مثل القنبيط، والكيل، وكرنب أبوركبة، وكرنب بروكسل، ويحدث ذلك على النحو التالى: تتحرر الأيزوثيوسينات isothcyanates (اختصارًا NCSs)، والـ oxazolidine-2-thiones (اختصارًا: OZTs)، وأيون الثيوسيانات thiocyanate (اختصارًا SCN) .. تتحرر من الجلوكوسينولات glycosinolates (اختصارًا GSs) بفعل إنزيم thioglucoside glucohydrolase. ومن المعروف أن الثيوسينات من 3-indolylmethyl-GSs تثبط تراكم اليود فى الغدة الدرقية، مما قد يؤدى إلى تضخمها.

وقد وجد أن وزن الكبد والغدة الدرقية ازداد فى فئران التجارب التى أعطيت فى غذائها 5-vinyl-OZT، وهو مركب ينتج من 2-hydroxy-butenyl-GS.

ومن ناحية أخرى .. وجد أن المركبين: -benzyl، و 2-phenylethyl-NCS – اللذان ينتجان عن تحلل الـ GS – يثبطا الإصابات السرطانية المحدثة كيميائيًا فى فئران التجارب.

وقد وجد Carlson وآخرون (١٩٨٧) تشابهًا فى نوعيات الجلوكوسينولات الموجودة فى كل من القنبيط ، وكرنب بروكسل، والكيل.

هذا .. وقد وجد أعلى تركيز لأيون الثيوسيانات فى الأقراص غير الناضجة، ثم قل تركيزه تدريجيًا مع النضج. كذلك كان أعلى تركيز فى النموات الخضرية فى البادرات الصغيرة التى بعمر ١٥ يومًا، ثم انخفض التركيز تدريجيًا، مع تقدم النباتات فى العمر إلى أن وصل إلى أقل مستوى له فى النباتات التى بعمر ٧٢ يومًا أو أكثر (Ju وآخرون ١٩٨٠).

العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية

طرف السوط

تظهر أعراض الإصابة بحالة طرف السوط عند نقص عنصر الموليبدنم molybdenum. تظهر أعراض نقص العنصر فى الأراضى الحامضية التى لا يكون ميسرًا فيها للامتصاص، ونادرًا ما تظهر أعراض نقص الموليبدنم فى الأراضى المتعادلة، أو القلوية.

تتميز أعراض الظاهرة بعدم نمو نصل الورقة بصورة كاملة فتصبح شريطية، وشديدة التجعد. ولا ينمو فى الحالات الشديدة سوى العرق الوسطى للورقة، وتتشوه القمم النامية المكونة للرأس؛ فتصبح غير صالحة للتسويق. وتعتبر أصناف طراز السنوبول أكثر الأصناف تعرضًا للإصابة. وقد تختلط أعراض الإصابة بهذه الظاهرة أحيانًا مع أعراض تغذية يرقات بعض الحشرات على أجزاء من نصل الأوراق الصغيرة التى تكبر بعد ذلك، وهى تتكون من عرق وسطى مع جزء غير كامل من النصل.

وتعالج حالة طرف السوط بمراعاة ما يلى:

١ – رفع pH التربة فى الأراضى الحامضية إلى ٦,٥.

٢ – رش النباتات فى المشاتل قبل الشتل بأسبوعين بموليبدات الصوديوم، وتكفى نحو ٣ جم من المركب لمعاملة شتلات تكفى لزراعة فدان.

٣ – التسميد بنحو نصف كيلو جرام من موليبدات الصوديوم، أو موليبدات الأمونيوم للفدان. تضاف هذه الكمية عن طريق التربة بعد خلطها بالأسمدة الأخرى. وقد تضاف مع ماء الرى، أو فى المحاليل البادئة.

احتراق أطراف الأوراق

يتشابه العيب الفسيولوجى احتراق أطراف الأوراق leaf tipburn فى القنبيط مع نظيره فى الكرنب، والذى يظهر على صورة احتراق بأطراف الأوراق الحديثة الصغيرة المحيطة بالرأس، وذلك بسبب نقص الكالسيوم، وخاصة فى فترات النمو السريع. ومن مضار هذا العيب الفسيولوجى فى القنبيط عدم نمو الأوراق بقدر كافٍ يسمح بربطها معًا لإجراء عملية التبييض ، فضلاً عن وجود أجزاء متحللة بالأوراق قد يحدث بها عفن طرى يمكن أن ينتقل منها إلى القرص.

وتزداد الإصابة باحتراق أطراف الأوراق دائمًا فى الأوراق الحديثة، وخاصة فى الأنسجة السريعة النمو عما يكون عليه الحال خلال مرحلة ازدياد القرص فى الحجم.

وأوضحت الدراسات أن تركيز الكالسيوم فى أوراق القنبيط كان دائمًا أعلى فى الأجزاء غير المصابة عما فى الأجزاء المصابة.

ومن بين العوامل التى وجد أنها تؤدى إلى زيادة الإصابة باحتراق أطراف الأوراق: ارتفاع درجة الحرارة، وجفاف التربة، وغدق التربة (تشبعها بالرطوبة لفترة طويلة).

كما وجد أن مستويات التسميد الآزوتى المرتفع تؤدى إلى زيادة حالات الإصابة وزيادة شدة الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

وقد أمكن التغلب على هذه الحالة إما عن طريق رش النباتات أسبوعيًا لخمس أو ست مرات بالكالسيوم بمعدل ٤ كجم/هكتار (١,٧ كجم Ca للفدان) فى صورة نترات كالسيوم. وإما بإضافة ١٠٠٨ كجم/هكتار (٤٢٤ كجم Ca للفدان) قبل الزراعة فى صورة كلوريد كالسيوم أو كبريتات كالسيوم (Gruesbeek & Zandstra ١٩٨٨).

ومن ناحية أخرى .. لم يجد Rosen (١٩٩٠) أية تأثيرات للرش المتكرر بكلوريد الكالسيوم أو بالكالسيوم المخلبى على نمو الكرنب أو إصابته باحتراق أطراف الأوراق. وبينما أدت زيادة التسميد الآزوتى من ٦٧ إلى ٢٠١ كجم N للهكتار (٢٨ إلى ٨٤ كجم N للفدان) إلى زيادة المحصول خطيًا، فإنها لم تؤثر جوهريًا على الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

وقد اقترح Rosen (١٩٩٠) زراعة الأصناف الأقل تعرضًا للإصابة كأفضل وسيلة لتجنب الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

التسمم بالبورون

برغم أن القنبيط من الخضروات التى تستجيب للتسميد بالبورون، إلاّ أن زيادته تؤدى إلى تسمم النباتات. يحمل البورون إلى الأوراق فى تيار ماء النتح حتى يصل إلى عروق الورقة، ومنها إلى المسافات بين العروق ليتجمع فى النهاية فى قمة وحواف الورقة، حيث يظهر تأثيره على صورة تحلل فى هذه الأنسجة. وقد وجد Francois (١٩٨٦) أن محصول القنبيط نقص بمقدار ١,٩٪ مع كل زيادة قدرها جزءًا واحدًا فى المليون من البورون فى المحلول المغذى، بالمقارنة بالمحصول عندما كان تركيز العنصر جزءًا واحدًا فى المليون.

عدم تكوين الأقراص

تنمو نباتات القنبيط أحيانًا بدون أن تتكون بها الأقراص، وهى الحالة التى تعرف فى الإنجليزية باسم "العمى" blindness، وهى من الظواهر الشائعة فى جميع الصليبيات، وقد وصلت نسبة الإصابة بها بالفعل – فى بعض الأحيان – إلى ٦٠٪ فى القنبيط، وإلى ٩٥٪ فى البروكولى. وتتميز النباتات التى تظهر بها هذه الحالة بأوراقها الكبيرة السميكة الجلدية، ولونها الأخضر القاتم، وقد تنمو أحيانًا براعمها الجانبية.

وتحدث هذه الظاهرة عند تلف البرعم الطرفى للنبات فى أى مرحلة من النمو السابق لتكوين الأقراص؛ فقد يتلف البرعم عند تداول الشتلات أثناء الشتل، أو نتيجة لأكل الحشرات أو القارضيات.

وقد تموت القمة النامية للنبات أحيانًا بسبب الأضرار التى تحدثها بعض المبيدات فى الحرارة العالية التى تزيد على ٣٢°م، إذا تصادف وكان استعمالها خلال المراحل الأولية لتكوين القرص. ويعتقد بأن نقص الكالسيوم أو البورون – أو كلاهما معًا – خلال المراحل الأولى لنمو البادرة يمكن أن يؤدى – كذلك – إلى موت القمة النامية. ويمكن أن يزداد تأثير جميع العوامل السابقة عند ضعف النمو الجذرى، كما فى حالات استعمال بعض مبيدات الحشائش، والجفاف، وانضغاط التربة.

كذلك ازدادت نسبة الإصابة بموت القمة النامية فى القنبيط عندما نميت النباتات فى حرارة تزيد بالكاد عن درجة التجمد لمدة ١٤ يومًا (Wurr وآخرون ١٩٩٦)

التخطيط الأبيض

تؤدى تغذية حشرة الذبابة البيضاء المسئولة عن الإصابة بالعيب الفسيولوجى "الأوراق الفضية" silver leaf فى الجنس *Cucurbita* (وهى *Bemisia argentifolii*) .. تؤدى - كذلك – إلى إصابة سيقان وتفرعات القرص فى القنبيط بعيب فسيولوجى آخر يعرف باسم "التخطيط الأبيض" White Streaking ، حيث تظهر خطوط بيضاء متبادلة مع أخرى خضراء، أو تصبح أجزاء من ساق النبات بيضاء اللون (Brown & Costa ١٩٩٢) وجدير بالذكر أن حوريات هذه الحشرة تفرز عند تغذيتها سمومًا هى التى تحدث تلك الأعراض (عن حسن ٢٠٠١)

التلون البنى أو العفن البنى

تظهر الحالة الفسيولوجية المعروفة باسم التلون البنى، أو العفن البنى Browning or Brown Rot عند نقص عنصر البورون، وذلك عند اقتراب النباتات من النضج.

تبدو الأعراض فى البداية على صورة مناطق مائية على سطح القرص، ثم على ساق النبات، وفى نخاع الساق وتفرعاتها فى القرص، ولا تلبث هذه المناطق أن يتغير لونها إلى اللون البنى الصدئ. ويصاحب ذلك ظهور تجويف فى نخاع الساق، واكتساب الأقراص المصابة طعمًا مرًا يتبقى حتى بعد الطهى. ومن الأعراض الأخرى لنقص البورون أن تصبح الأوراق الكبيرة سميكة، وسهلة التقصف، وملتفة، كما تظهر بقع

صغيرة بنية اللون، متناثرة على الجانب العلوى للعرق الوسطى بالورقة. يتغير كذلك لون حواف الأوراق الكبيرة من الأخضر إلى الأخضر الشاحب، ثم إلى الأخضر المشوب بالصفرة، ثم إلى البرتقالى المائل إلى الأصفر. ويكون التغير فى اللون على شكل شريط عرضه ٢-٤ سم بامتداد حافة الورقة. وقد تموت الأوراق الصغيرة عندما يكون نقص العنصر شديدًا.

ويعالج نقص البورون بالتسميد بنحو ٥-٧ كجم من البوراكس للفدان فى الأراضى الحامضية، تزداد إلى ١٠ كجم للفدان فى الأراضى المتعادلة، والقلوية. ويضاف البوراكس مخلوطًا مع الأسمدة الأخرى.

هذا .. وقد يظهر تجوف بالساق فى حالات النمو السريع للنباتات. يتميز التجويف فى هذه الحالة بخلوه من التلون البنى، وأنه لا يصاحب بأى تغيرات غير مرغوبة فى القرص. وتعالج هذه الحالة بعدم الإفراط فى التسميد، مع تضييق مسافة الزراعة (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

الساق المجوفة Hollow Stem

يؤدى التسميد الآزوتى الغزير مع توفر الرطوبة الأرضية إلى تجوف ساق القنبيط والكرنب، وقد تمتد هذه التجوفات نحو الخارج، فتبدو على صورة كهوف، ومن ثم كان الاسم cavitation، كما قد تمتد حتى قمة الرأس. وقد وجد أن نقص البورون يمكن أن يزيد من حدة هذه الحالة، ولكنه ليس شرطًا لحدوثها. وبينما يتغير لون هذه الكهوف مع مرور الوقت، فإن توفير البورون لا يقلل من هذا التغير اللونى.

تتكون الفجوات الطولية الداخلية فى نخاع الساق بسبب الانشقاق الذى يحدث فى هذا النسيج نتيجة لعدم التجانس فى نموه مع بقية الأنسجة النباتية، ويحدث ذلك فى حالات النمو السريع الفجائى بسبب الحرارة العالية أو التسميد الآزوتى الغزير أو زيادة مسافة الزراعة، مع توفر الرطوبة الأرضية. ويحفز نقص البورون ظهور هذه الحالة ولكنه ليس شرطًا لحدوثها.

وقد وجدت زيادة كبيرة فى حجم هذه التجوفات بزيادة مستوى التسميد الآزوتى، ما فتئت تلك الزيادة فى التسميد سببًا فى زيادة حجم النبات، فعندما توقفت الزيادة

فى النمو النباتى فى المستويات العالية جداً من النيتروجين، توقفت كذلك الزيادة فى حجم التجوفات. كذلك عندما أدى الرى إلى زيادة النمو النباتى، فإنه أدى كذلك إلى زيادة شدة الإصابة. أما البورون .. فلم تظهر أية علاقة بين تركيزه فى القرص أو فى الأوراق الحديثة وبين شدة الإصابة بالعيب الفسيولوجى (Scaife & Wurr ١٩٩٠).

التزرير

تحدث ظاهرة التزرير عند استعمال شتلات كبيرة الحجم فى الزراعة تكون قد أنتجت فى ظروف مناسبة للنمو فى البيوت المحمية (فى المناطق الباردة)، ثم شتلت فى جو بارد؛ فهذه الشتلات تكون قد أكملت فترة حداثتها فى المشتل، ويؤدى تعريضها للحرارة المنخفضة بعد الشتل مباشرة إلى سرعة اتجاهها نحو تكوين الأقراص وهى مازالت صغيرة، فتكوّن بالتالى أقراصًا صغيرة (Skapski & Oyer ١٩٦٤، و Wurr & Fellows ١٩٨٤).

ويعد العامل الرئيسى فى التزرير هو فشل النباتات فى إنتاج مساحة ورقية مناسبة قبل تكوين القرص تكفى لإمداده بالغذاء المجهز حتى يصل إلى حجم مناسب للتسويق. وتشير كثير من الدراسات على وجود علاقة طردية خطية بين عدد أوراق النبات عند الحصاد وحجم القرص.

كما تزداد حالة التزرير فى الظروف التى تحد من النمو الخضرى، مثل التعرض للصقيع، وأضرار الطيور، وانضغاط التربة، ونقص النيتروجين، وزيادة الملوحة، ونقص الرطوبة الأرضية. ويؤدى نقص عنصر الآزوت فى الحقل الدائم إلى ضعف النمو الخضرى، وزيادة حالة التزرير (Shoemaker ١٩٥٣).

كما تزداد الظاهرة فى الأصناف المبكرة، حيث يمكن أن تظهر فى نحو ٧٥٪ من المحصول، بينما تنتج الأصناف المتأخرة عددًا كبيرًا من الأوراق قبل أن تبدأ فى تكوين الرؤوس.

كذلك وجد أن صدمة الشتل فى النباتات الكبيرة تضعف النمو الورقى وتزيد من حالات التزرير، وذلك مقارنة بما يحدث للنباتات التى تنتج من زراعة شتلات بصلايا.

هذا ولا يكوّن النبات الذى يبدأ فى تكوين القرص أوراقًا جديدة؛ الأمر الذى يضع حدًّا أقصى على المساحة الورقية التى يمكن أن تدعم نمو القرص، خاصة وأن المنافسة بين نمو القرص والنمو الورقى تحد من ازدياد مساحة الأوراق التى يكون قد بدأ تكوينها قبل تكوين القرص (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

مما تقدم .. يبدو أن هذه الظاهرة تحدث عند تثبيط النمو الورقى للنبات بعد الشتل سواء أكانت الشتلات قد تهيأت لتكوين الأقراص قبل الشتل، أم لم تتهيأ. ويحدث هذا التثبيط للنمو الورقى عند تأخير الشتل؛ وذلك لأن شتل النباتات وهى كبيرة يجعلها تحتاج إلى فترة أطول لكى تتغلب على "صدمة الشتل" .. وهى فترة يحتاج إليها النبات بعد الشتل حتى يتمكن من تكوين جذورًا جديدة، ويتوقف خلالها نمو أوراق جديدة. ولا تظهر هذه الحالة بكثرة فى الأصناف التى تنتج عددًا كبيرًا من الأوراق قبل أن تبدأ فى تكوين الأقراص.

ويمكن القول – عمومًا – بأن النباتات التى تشتل، وبها أكثر من ١٤ ورقة، ويزيد وزنها الرطب عن ١١ جم (أو يزيد وزنها الجاف عن ١,١ جم) تزداد فيها ظاهرة التزرير.

ويمكن تجنب ظاهرة التزرير بمراعاة ما يلى:

١ – الحد من نمو الشتلات فى المشاتل بزيادة كثافة الزراعة، أو بتقليل الرى عنها ثم زراعتها بعد ذلك فى ظروف تقل فيها درجة الحرارة عن ٢١°م.

٢ – زراعة الشتلات التى أكملت مرحلة الحداثة – وهى فى المشتل – فى ظروف ترتفع فيها درجة الحرارة عن ٢١°م .. وهى حرارة لا تهيئ النباتات لتكوين الأقراص.

٣ – زيادة التسميد الآزوتى فى الحقل (Shoemaker ١٩٥٣، و Skapski & Oyer ١٩٦٤).

٤ – ينصح Wurr & Fellows (١٩٨٤) – فى حالة حتمية تأخر الشتل – بخزن الشتلات فى مخازن مبردة وعدم تركها فى المشتل، حتى لا يزيد نموها بدرجة كبيرة، وتعطى نسبة كبيرة من الأزرار.

الأقراص الصفراء

يرجع اصفرار الأقراص إلى تركها دون حصاد بعد اكتمال تكوينها.

الأقراص الخضراء

يرجع اخضرار الأقراص إلى تكوين الكلوروفيل فيها عند تعرضها لضوء الشمس.

الأقراص القرمزية

تختلف الأصناف فى مدى استعدادها لتكوين اللون القرمزى بأقراصها، الأمر الذى يحدث عند ترك الأقراص دون حصاد بعد اكتمال تكوينها، مع تعرضها لضوء الشمس.

الأقراص الوردية

يحدث التلون الوردى فى الفروع الداخلية بالقرص، ويرجع ذلك إلى تعرض النباتات لحرارة زائدة الانخفاض خلال فترة الحصاد وتختلف الأصناف فى مدى حساسيتها لتلك الظاهرة.

القرص المخملى أو المحبب

يشبه القرص المخُملى أو المحبب فى مظهره الأرز المطبوخ، ولذا . تعرف هذه الحالة باسم riceyness، وفيها يبدو القرص ناعم الملمس ومخمليًا، بسبب استطالة بعض القمم النامية وتكوينها لبراعم زهرية صغيرة بيضاء اللون. تحدث هذه الحالة عند تعرض الرؤوس لحرارة عالية، وخاصة إذا تركت بدون حصاد بعد وصولها إلى مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك. وتتفاوت الأصناف فى مدى حساسيتها للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

القرص الزغبى

يعتبر القرص الزغبى Fuzzy curd حالة متقدمة من القرص المحبب.

القرص المفكك أو المنفرج

يصبح قرص القنبيط مفككًا عند نمو تفرعات الساق المكونة للرأس، وهى صفة وراثية

تتأثر بارتفاع درجة الحرارة، وزيادة النضج. وليس من الضرورى أن يكون القرص المفكك محببًا، أو زغبيًا.

وكلما زادت فترة بقاء رؤوس القنبيط فى الحقل دون حصاد - بعد وصولها إلى مرحلة التكوين المناسبة للحصاد - كلما كانت أسرع فقدًا لجودتها أثناء التداول والتسويق؛ فتكون أسرع ذبولاً، وتكون أقراصها أسرع تفككًا؛ مما يفقدها قيمتها التسويقية.

القرص المتورق

إذا تعرضت نباتات القنبيط لحرارة أعلى من الحرارة المثلى لتكوين الأقراص - بعد بداية تهيئتها للتكوين بفترة قصيرة - فإن القرص يكوّن قنابات حول تفرعاته، وقد تستطيل القنابات الجالسة المتكونة بالفعل، وتبرز من القرص على شكل تراكيب ورقية؛ مكونة ما يعرف باسم القرص المتورق leafy curd، وتتباين أصناف القنبيط فى شدة حساسيتها لتلك الحالة.

وقد أمكن دفع نباتات القنبيط صنف Aristokrat لتكوين القنابات بتعريضها لمدة ٣ أسابيع لحرارة ٢٥°م بداية من وقت وصول القمة الميرستيمية إلى قطر ٠,٥مم. كذلك أمكن دفع النباتات لتكوين القنابات برشها بالإثيفون.



الفصل الثامن

اللفت

تعريف بمحصول اللفت وأهميته

يعرف اللفت فى العراق باسم شلغم، وهو فى الإنجليزية turnip. وهو أحد المحاصيل الجذرية الهامة التابعة للعائلة الصليبية Cruciferae، واسمه العلمى *Brassica campestris* L.var. *rapifera* Metz. ومن أسمائه السابقة: *B.rapa* L.، و *B. campestris* L.

الموطن وتاريخ الزراعة

وجد اللفت ناميًّا بحالة برية فى روسيا. ومن المعتقد أن مراكز نشأته الأولية كانت فى منطقة البحر الأبيض المتوسط، التى تطورت منها الطرز المستعملة فى الزراعة فى أوروبا، ومنطقة شرق أفغانستان، والمنطقة المجاورة لها من باكستان، كما يعتقد بوجود مراكز نشوء ثانوية للفت فى كل من تركيا، وإيران (McNaughton ١٩٧٦). ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع اللفت لأجل جذوره، وأوراقه التى تستعمل فى عمل المخللات. كما أن جذوره تطهى، وقد تستعمل بعد غليها مع الدبس (العسل الأسود) المخفف بالماء كما فى بعض الدول العربية. ويطلق اسم الجذر – مجازًا – على الجزء المستخدم فى الغذاء، ولكنه يتكون – نباتيًّا – من السويقة الجنينية السفلى، والجزء العلوى من الجذر.

يبين جدول (٨–١، عن Watt & Merrill ١٩٦٣). محتوى جذور، وأوراق اللفت من العناصر الغذائية، ويتضح منه أن الجذور تعد من الخضر الغنية جدًّا بالنياسين، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من كل الكالسيوم، والريبوفلافين، وحامض

الأسكوربيك. أما الأوراق .. فإنها غنيــة جــدًا بالكالسـيوم، وفيتـامين أ، والريبوفلافـين، وحامض الأسكوربيك كما أنها تحتوى على كميات متوســطة مـن الفوسـفور، والحديـد، والثيامين.

جدول (٨-١): المحتوى الغذائى لكل ١٠٠ جم من جذور، وأوراق اللفت

العنصر الغذائى	الجذور	الأوراق
الرطوبة (جم)	٩١,٥	٩٠,٣
سعرات حرارية	٣٠	٢٨
بروتين (جم)	١,٠	٣,٠
دهون (جم)	٠,٢	٠,٣
كربوهيدرات كلية (جم)	٦,٦	٥,٠
ألياف (جم)	٠,٩	٠,٨
رماد (جم)	٠,٧	١,٤
كالسيوم (مجم)	٣٩	٢٤٦
فوسفور (مجم)	٣٠	٥٨
حديد (مجم)	٠,٥	١,٨
صوديوم (مجم)	٤٩	—
بوتاسيوم (مجم)	٢٦٨	—
فيتامين أ (وحدة دولية)	آثار	٧٦٠٠
ثيامين (مجم)	٠,٠٤	٠,٢١
ريبوفلافين (مجم)	٠,٠٧	٠,٣٩
نياسين (مجم)	٠,٦٠	٠,٨٠
حامض الأسكوربيك (مجم)	٣٦	١٣٩
مغنيسيوم (مجم)	٢٠	٥٨

الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة باللفت فى مصر عام ٢٠٠٠ حوالى ٤٢٧٩ فدان، وكـان متوسـط محصول الفدان حوالى ٩,٩ أطنـان. وقـد كـانت معظـم المسـاحة المزروعـة (٣٥٤٨

فدان) فى العروة الشتوية، مع مساحات أقل فى العروتين: الصيفية (٣٣٨ فدان)، والخريفية (٣٩٣ فدان)، وكان متوسط محصول الفدان أعلى قليلاً فى العروة الشتوية (١٠,٣ أطنان) عما فى العروة الخريفية (٩,٢ أطنان)، بينما كان منخفضًا (٦,٩ أطنان) فى العروة الصيفية (الإدارة المركزية لشئون البساتين والمحاصيل الحقلية - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعى - جمهورية مصر العربية ٢٠٠١).

الوصف النباتى

اللفت نبات عشبى يكون حوليًا فى المناطق المعتدلة، وذا حولين فى المناطق الباردة. ويمر النبات بموسمين، أو مرحلتين للنمو، يكون النمو فيهما خضريًا فى موسم النمو الأول، وزهريًا فى موسم النمو الثانى.

الجذور

ينمو الجذر الرئيسى لنبات اللفت، بمعدل ٣ سم يوميًا، خلال الأسابيع القليلة الأولى من عمر النبات. كما تنمو الجذور الجانبية، وتنتشر فى القدم (٣٠ سم) العلوى من التربة. ويصل الانتشار الجانبى لجذور النبات - عند نهاية موسم النمو - إلى مسافة ٦٠-٧٥ سم من قاعدة النبات، كما يصل تعمق الجذور إلى مسافة ١٦٥سم . وتنمو الجذور التى تتفرع من الجذر الرئيسى عند عمق أكثر من ٣٠ سم رأسيًا، وتتفرع بدورها، وتنتشر فى التربة حتى عمق ١٥٠ سم.

تتضخم السويقة الجنينية السفلى hypocotyl والجزء العلوى من الجذور ليشكلا معًا الجزء الذى يؤكل من اللفت، ويظهر تاج الجزء المتضخم فوق سطح التربة. وقد يكون شكل هذا الجزء كرويًا، أو مخروطيًا، أو مبططًا.

الساق والأوراق

تكون ساق اللفت قصيرة جدًا فى موسم النمو الأول، وتخرج عليها الأوراق متزاحمة. أما فى موسم النمو الثانى - عند الإزهار - فإن الساق تنمو لارتفاع يصل إلى ٤٥-١٢٠سم.

تنمو لنبات اللفت أوراق مطاولة إلى بيضاوية الشكل فى موسم النمو الأول. وقد تكون

الأوراق كاملة الحافة أو منشارية، ومفصصة أو غير مفصصة حسب الصنف. وهى فاتحة اللون وخشنة الملمس. أما فى موسم النمو الثانى .. تكون الأوراق التى تظهر على الساق الرئيسية أو على أفرع النورة أصغر حجمًا، ومطاولة أو سهمية، وكاملة الحافة أو مسننة.

الأزهار والتلقيح

يتشابه اللفت مع الكرنب فى تركيب الزهرة، والنورة. يكون لون الأزهار أصفر زاهيًا فى الأصناف ذات الجذور البيضاء، ويكون أصفر برتقاليًا فاتحًا فى الأصناف ذات الجذور الصفراء. والتلقيح الخلطى هو السائد لوجود ظاهرة عدم التوافق الذاتى (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

الثمار والبذور

ثمرة اللفت خردلة، يتراوح طولها من ٤-٦ سم، ولها منقار طويل مدبب. البذور صغيرة كروية لونها بنى مائل إلى الأحمر، وهى أصغر من بذرة الكرنب.

الأصناف

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم أصناف اللفت حسب الصفات التالية:

١ - تقسيم الأصناف حسب اللون الداخلى للجذر، حيث تقسم إلى:

أ - أصناف جذورها بيضاء من الداخل، مثل: البلدى، وبيربل توب هوايت جلوب Purple Top White Globe، وسنوبول Snowball

ب - أصناف جذورها صفراء من الداخل والخارج، مثل: يلو جلوب Yellow Globe، ويلو أبردين Yellow Aberdeen، وجلودن بول Golden Ball، وبتروسكى Petrowski

٢ - تقسيم الأصناف حسب اللون الخارجى للجذر، حيث تقسم إلى:

أ - أصناف جذورها بيضاء من الخارج، مثل: هوايت ميلان White Milan، وسنوبول Snow Ball، وهوايت إج White Egg، وكاو هورن Cow Horn.

ب – أصناف جذورها أرجوانية اللون من أعلى، وبيضاء من أسفل، مثل بيربل توب هوايت جلوب، وبيربل توب ميلان Purple Top Milan.

جـ – أصناف جذورها أرجوانية اللون من أعلى، وصفراء من أسفل، مثل: يلو أبردين.

د – أصناف جذورها صفراء من الخارج، مثل: جولدن بول.

هـ – أصناف جذورها خضراء اللون من أعلى، وصفراء من أسفل، مثل: أمبر جلوب Amber Globe.

ز – أصناف جذورها قرمزية اللون من الخارج، مثل: سكارلت كاشمير Scarlet Kashmyr.

٣ – تقسيم الأصناف حسب شكل الجذر حيث تقسم إلى:

أ – الجذر مبطط كما في بيربل توب ميلان، وهوايت ميلان.

ب – الجذر كروى كما في بيربل توب هوايت جلوب، وسنوبول.

جـ – الجذر بيضى كما في هوايت إج.

د – الجذر جزرى الشكل كما في كاوهورن (مرسى والمربع ١٩٦٠).

٤ – تقسيم الأصناف حسب الجزء المستعمل في الغذاء، حيث تقسم إلى:

أ – أصناف تزرع لأجل جذورها، وأوراقها، مثل الأصناف التي سبق ذكرها.

ب – أصناف تزرع لأجل أوراقها فقط، مثل: سفن توب Seven Top، وجابانيز شوجوين Japanese Shogoin (Ware & McCollum ١٩٨٠).

مواصفات الأصناف

١ – البلدى، أو السلطاني:

أكثر الأصناف انتشارًا في الزراعة في مصر. الجذور كبيرة لفتية الشكل ومبططة من أعلى. لون الجذر أرجواني من أعلى، وأبيض من أسفل، واللون الداخلي أبيض، وهو مبكر النضج.

٢ – العراقي:

صنف مبكر عالي المحصول، بنفسجي اللون من أعلى وأبيض من أسفل، ولونه

الداخلى أبيض، ومبطط. منطقة الرقبة صغيرة، ويصل الجذر إلى حجم كبير قبل أن يتليف، وهو من الأصناف التى أوصى بزراعتها فى مصر (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

٣ – بيربل توب هوايت جلوب Purple Top White Globe:

وهو يكاد أن يكون الصنف الأجنبى الوحيد الذى يناسب الذوق المحلى. النمو الخضرى قوى، والأوراق مسننة الحافة. الجذور كبيرة منضغطة ملساء أرجوانية اللون من أعلى، وبيضاء من أسفل (شكل ٨–١، يوجد فى آخر الكتاب)، ولونها الداخلى أبيض، وهو متوسط فى موعد النضج.

وقد انتخب من الصنف بيربل توب هوايت جلوب صنفًا أكثر تبكيرًا منه أطلق عليه اسم إيرلى بيربل توب هوايت جلوب Early Purple Top White Globe.

ومن الأصناف الأخرى التى تزرع لأجل جذورها، أو لأجل جذورها وأوراقها معًا، الصنف التالية:

(الجذور حمراء من أعلى وبيضاء من أسفل)	Royal Crown Hybrid
(الجذور بيضاء اللون)	Tokyo Cross
(الجذور بيضاء اللون)	Tokyo Market
(الجذور بيضاء اللون)	Just Right

ومن الأصناف الأخرى التى تزرع لأجل أوراقها فقط، ما يلى:

(مفتوح التلقيح)	Seven Top	(هجين)	Topper
(مفتوح التلقيح)	Shogoin	(هجين)	All Top

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف اللفت .. يراجع Wehner (١٩٩٩).

الاحتياجات البيئية

تنجح زراعة اللفت فى جميع أنواع الأراضى، ولكنه ينمو بصورة جيدة فى الأراضى الطميية الخصبة الجيدة الصرف.

يناسب الجو البارد المعتدل زراعة اللفت. وهو محصول ذو موسم نمو قصير، لا يتعدى ٥٠–٧٠ يومًا. بذور اللفت سريعة الإنبات، وتبلغ أنسب حرارة لإنبات البذور ٢٩°م، ويتراوح المجال الحرارى الملائم للإنبات من ١٥–٤٠°م، ولا تنبت البذور فى درجة حرارة تقل عن ٤°م، أو تزيد عن ٤٠°م، يلائم نمو النباتات درجة حرارة معتدلة، تميل إلى الارتفاع (حوالى ٢٤°م) مع نهار طويل فى بداية حياتها، ودرجة حرارة معتدلة تميل إلى الانخفاض (حوالى ١٦°م)، مع نهار قصير فى مرحلة تضخم الجذور.

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر اللفت بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. يلزم لزراعة الفدان من ٢–٣ كجم عند الزراعة فى سطور، ومن ٤–٥ كجم عند الزراعة نثرًا.

تجهز الأرض للزراعة بالحراثة، والتسميد بالأسمدة العضوية، والتزحيف، ثم تقسم إلى أحواض مساحتها ٢×٢، أو ٢×٣م. وتقسم الأراضى الثقيلة إلى خطوط بعرض ٦٠–٧٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٠–١٢ خطًا فى القصبتين). تكون زراعة البذور فى الأحواض إما نثرًا، أو فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٣٠ سم. وتكون الزراعة على الخطوط سرًا فى الثلث العلوى من ريشتى الخط. ولا يزيد عمق الزراعة فى كل الحالات عن ١,٥ سم.

مواعيد الزراعة

يزرع اللفت البلدى عادة ابتداء من منتصف شهر أغسطس، وتستمر زراعته إلى منتصف نوفمبر. وهو يتعرض للإزهار فى الزراعات المتأخرة عن ذلك. أما الأصناف الأجنبية .. فيمكن الاستمرار فى زراعتها حتى شهر فبراير، أو بعد ذلك فى المناطق الساحلية، وذلك لأنها بطيئة الاتجاه نحو الإزهار بسبب احتياجاتها العالية من البرودة (مرسى والمربع ١٩٦٠).

عمليات الخدمة

من أهم عمليات الخدمة الزراعية التى تعطى لحقول اللفت ما يلى:

الخف

تخف النباتات المتزاحمة بعد تمام الإنبات بحيث تكون على مسافة ٥-١٠ سم من بعضها البعض.

العزيق ومكافحة الأعشاب الضارة

تزال الحشائش يدويًا، أو بالعزق السطحي في حالة الزراعة في سطور، أو على خطوط. ويمكن استعمال مبيدات الحشائش التي تعامل بها حقول الكرنب، والتي أسلفنا بيانها في الفصل الثاني.

الري

يلزم توفير الرطوبة الأرضية بانتظام؛ نظرًا لأن نقص الرطوبة الأرضية يؤدي إلى نقص المحصول، واكتساب الجذور طعما غير مقبول.

التسميد

يكون برنامج تسميد اللفت، كما يلي:

أولا: في حالة الري بالغمر

في حالة إجراء الري سطحيًا بطريقة الغمر فإن اللفت يسمد بنحو ١٥م^{3} من السماد العضوي للفدان، يضاف أثناء تجهيز الأرض قبل الزراعة، ويخلط معها حوالي ١٥ كجم N (حوالي ١٥٠ كجم سلفات نشادر)، و ٣٠ كجم P_2O_5 (حوالي ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات عادي)، و ١٥ كجم K_2O (حوالي ٣٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم)، و١,٥ كجم بورون (١٥ كجم بوراكس) للفدان تكون إضافة هذه الأسمدة نثرًا مع خلطها جيدًا بالطبقة السطحية من التربة.

ويستكمل برنامج التسميد أثناء النمو النباتي على النحو التالي:

١ – بعد إنبات البذور بحوالي ٣ أسابيع يضاف ٣٠ كجم N (حوالي ١٠٠ كجم نترات نشادر)، و ١٥ كجم K_2O (حوالي ٣٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان.

٢ – بعد ذلك بنحو أسبوعين يضاف ١٥ كجم N (حوالي ٥٠ كجم نترات نشادر)، و ٣٠ كجم K_2O (حوالي ٦٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان.

وتضاف تلك الأسمدة نثرًا أو سرًا إلى جانب النباتات مع التغطية عليها بالتربة، وذلك حسب طريقة الزراعة المتبعة.

ثانيًا: فى حالة الرى بالرش

يتبع فى حالة الرى بالرش برنامج التسميد ذاته الموصى به فى حالة الرى بالغمر، ولكن مع مراعاة زيادة كميات الأسمدة التى تضاف أثناء النمو النباتى بنسبة حوالى ٢٥٪، وتجزئتها بحيث توزع على امتداد موسم النمو بداية من الأسبوع الثانى بعد الإنبات حتى قبل الحصاد بأسبوع بالنسبة للبوتاسيوم، وأسبوعين بالنسبة للنيتروجين، ومع مراعاة أن تكون أعلى معدلات للتسميد هى بعد الإنبات بأربعة أسابيع وستة أسابيع بالنسبة للنيتروجين والبوتاسيوم على التوالى. ويلزم إعطاء الحقل رشة واحدة على الأقل بأسمدة العناصر الدقيقة بعد حوالى ٤ أسابيع من الإنبات.

الفسيولوجى

الإزهار

أوضح Sakr عام ١٩٤٤ أن نباتات اللفت يلزمها أن تتعرض لدرجة حرارة منخفضة مقدارها ١٠–١٥°م حتى تتهيأ للإزهار، ولم يكن للفترة الضوئية أى تأثير. أما استطالة الشماريخ الزهرية (الحوامل النورية) .. فقد تطلبت ارتفاع درجة الحرارة إلى ١٥–٢٠°م، وساعدت الفترة الضوئية الطويلة على سرعة استطالتها (عن Piringer ١٩٦٢).

وقد كونت بادرات ١٢ صنفًا من اللفت شماريخ زهرية وأزهرت فى إضاءة مستمرة حينما سبق وضع البذور – أثناء استنباتها – فى حرارة ٣°م لمدة ٣٠ يومًا، وانخفضت نسبة الاتجاه نحو الإزهار جوهريًّا عندما قُلِّصت فترة التعريض للبرودة أثناء إنبات البذور إلى أقل من ٧ أيام، بينما ارتفعت تلك النسبة إلى ٨٠–١٠٠٪ حينما امتدت فترة التعريض للبرودة لأكثر من ١٤ يومًا. وحينما عرضت البادرات للحرارة المنخفضة ثم ُنميت بعد ذلك فى نهار قصير (٨ ساعات إضاءة)، أو حينما لم تعط معاملة البرودة وُنميت فى إضاءة مستمرة .. فإن عدد النباتات التى كونت براعم زهرية انخفض كثيرًا. وبالإضافة إلى ذلك فإن تأثير الارتباع تم إبطال مفعوله بظروف النهار القصير حينما

نميت فيه البادرات بعد ذلك. وقد أظهرت تلك الدراسة أن إزهار اللفت يتأثر بقوة بكل من درجة الحرارة والفترة الضوئية، ولكن الأصناف تتفاوت فى مدى استجابتها لهذين العاملين (Takahashi وآخرون ١٩٩٤).

محتوى النباتات من الجلوكوسينولات

تحتوى نباتات اللفت على جلوكوسينولات glucosinolates، وهى مركبات تعطى عند تحللها مركبات أخرى يمكن أن تحدث تضخمًا بالغدة الدرقية، مثل المركب 5-vinyloxazolidine-2-thione الذى يزيد وزن الغدة الدرقية والكبد فى فئران التجارب، ومركب الأيزوسيانات isothiocyanate الذى يثبط امتصاص غدة الفئران الدرقية لامتصاص اليود. ولكن نجد من ناحية أخرى أن تحلل الجلوكوسينولات ينتج منه كذلك كلا من الـ benzyl isothiocyanate، والـ 2-phenylethyl isothiocyanate، وكلاهما يمنع حالات السرطان التى تسببها المركبات الكيميائية فى فئران التجارب (عن Carlson وآخرين ١٩٨٧).

وقد أظهرت دراسة أجريت على ١٤ صنفًا من اللفت وجود مستويات منخفضة من كل من الـ 1-methylpropyl-glucosinolates، والـ 2-hydroxy-3-butenyl glucosinolates فى أوراق وجذور أصناف اللفت التى تزرع لأجل الاستهلاك مقارنة بمستوياتها فى أصناف لفت العلف. كما كان تركيز كلا من الـ 1-methylpropyl-glucosinolates، والـ 3-butenyl-glucosinosinolates، والـ 4-pentenyl-glucosinolates أعلى فى أوراق اللفت عما فى جذوره، بينما كان تركيز كلا من الـ 2-hydroxy-3-butenyl-glucosinolates، والـ 4-(methylthio) butyl-glucosinolates، والـ 4-(methylsulfinyl)-glucosinolates، والـ 2-hydroxy-4-pentenyl-glucosinolates، والـ 5-(methylthio) pentyl-glucosinolates، والـ 2-phenylethyl-glucosinolates، والـ 3-indolylmethyl-glucosinolates، والجلوكوسينولات الكلية .. كانت جميعها أعلى فى الجذور عما فى الأوراق. كذلك كان نظام توزيع الجلوكوسينولات فى البذور مشابهًا لنظام توزيعها فى الأوراق (Carlson وآخرون ١٩٨٧).

العيب الفسيولوجي: القلب البني

يؤدى نقص البورون إلى ظهور الحالة الفسيولوجية التى تعرف باسم القلب البنى brown heart، والتى تتميز بظهور بقع داكنة اللون فى الجذر مع تقزم فى النمو النباتى، وتكون الأوراق أصغر حجمًا وأقل عددًا مما فى النباتات التى يتوفر لها العنصر، ويظهر بها تغيرات لونية عبارة عن خليط من البقع الصفراء والبنفسجية الضاربة إلى الحمرة على النصل، بينما تظهر تشققات طولية بالعرق الوسطى للورقة. وغالبًا ما تتشوه الأوراق المصابة وتتلون أعناقها باللون البنى فى مركز منطقة التاج، وقد تموت وتتحلل القمة النامية للنبات، ولا تنمو الجذور إلى حجمها الكامل. وعندما يكون نقص البورون شديدًا تكون الجذور صغيرة وخشنة الملمس، ورمادية اللون، ومجعدة، ومتشققة. وتظهر بهذه الجذور فى القطاع العرضى الأعراض التى تعرف بالقلب البنى، والتى يمكن أن تتباين – حسب شدة الإصابة – من مجرد بقع صغيرة قليلة منعزلة إلى مساحات كبيرة مائية المظهر، وقد يبدو مركز الجذر كله بلون بنى.

الحصاد والتداول، والتخزين

الحصاد

تحصد حقول اللفت بعد الزراعة بنحو ٤٠–٧٠ يومًا حسب الصنف، عندما تبلغ الجذور حجمًا صالحًا لتسويق، وأنسب الجذور هى التى يتراوح قطرها من ٦–١٠ سم. ويؤدى ترك اللفت بدون حصاد إلى تليف الجذور، وزيادتها كثيرًا فى الحجم. هذا .. ويمكن إجراء عملية تقليع الجذور إما يدويًا، أو آليًا.

التداول

من أهم عمليات التداول، والإعداد للتسويق بعد الحصاد .. غسل الجذور للتخلص من الطين العالق بها وتحسين مظهرها، وقطع النموات الخضرية، أو ربطها فى حزم عند الرغبة فى تسويقها بالنموات الخضرية.

ولا يوصى بتشميع جذور اللفت بهدف تخزينها لفترة طويلة لأن ذلك يضر بها، إلاّ أنها كثيرًا ما تشمع بالبارافين قبل تسويقها مباشرة لتحسين مظهرها ولتجنب فقدها

للرطوبة وذبولها خلال فترة تسويقها. وتجدر الإشارة إلى أن الغطاء الشمعى السميك يمكن أن يسبب انهيارًا داخليًا بالجذور.

وقد يدرج اللفت إلى رتب تجارية خاصة، ويمكن الرجوع إلى Seelig (١٩٧٣) بخصوص الرتب المستعملة فى الولايات المتحدة الأمريكية.

يعبأ اللفت فى أكياس بلاستيكية مثقبة، حيث تفيد فى المحافظة على مستوى مرتفع من الرطوبة حول الجذور فى الوقت الذى تسمح فيه بتبادل الغازات بين داخل العبوة وخارجها.

التخزين

يخزن اللفت فى درجة حرارة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية تتراوح من ٩٥-٩٨٪. تحتفظ الجذور بجودتها فى هذه الظروف لمدة ١٠-١٤ يومًا عند تخزينها بالعروش (النموات الخضرية)، ولمدة ٤-٥ أشهر عند تخزينها بدون العروش. ولا يجوز أن تخزن الجذور المجروحة، أو المصابة بالأمراض (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

الأمراض والآفات ومكافحتها

يصاب اللفت بمعظم الأمراض والآفات التى تصيب الكرنب، والتى تناولناها وطرق مكافحتها بالشرح تحت الكرنب فى الفصل الرابع.

الفصل التاسع

إنتاج الفجل

تعريف بالفجل وأهميته

يطلق على الفجل اسم الرويد فى بعض الدول العربية، ويسمى بالإنجليزية Radish، واسمه العلمى *Rphanus sativus* L.، ويتبع العائلة الصليبية Cruciferae (= الكرنبية Brassicaceae). يعد الفجل أحد محاصيل الخضر المعروفة فى معظم دول العالم، وتنتشر زراعته فى الوطن العربى، إلاّ أنه أقل أهمية - من الوجهة الاقتصادية - عن غيره من الخضر الرئيسية.

الأصناف النباتية

توجد خمسة أصناف نباتية من الفجل هى كما يلى:

١ - *R. sativus* var. *radicula*: جذوره صغيرة، ويصل إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد بعد فترة قصيرة من النمو، وتنتمى إليه معظم الأصناف التجارية المعروفة من الفجل.

٢ - *R. sativus* var. *niger*: جذوره كبيرة، وتوجد منه أصناف تجارية ذات جذور ضخمة تؤكل طازجة، أو مطبوخة. وتنتشر زراعتها فى الصين، واليابان، ومازالت له بعض الأهمية فى ألمانيا.

٣ - *R. sativus* var. *longipinnatus*: تزرع بعض الأصناف التجارية التى تنتمى لهذا الصنف النباتى - بصورة تجارية - فى الصين، واليابان، وشرق آسيا. تنتج هذه الأصناف جذورًا بيضاء أسطوانية ضخمة، قد يصل وزن الجذور الواحد منها إلى ٢,٥ كجم، ويصل فى بعض الأصناف اليابانية إلى ١٨-٢٢ كجم. وتؤكل هذه الجذور طازجة أو مطبوخة.

٤ - *R. sativus* var. *mougri*: لا يكوّن هذا الصنف النباتى جذورًا متضخمة، ويزرع

لأجل أوراقه، وقرونه (ثماره) التى تؤكل وهى مازالت غضة، والتى يتراوح طولها – عادة – من ٢٠–١٠٠ سم، وتنتشر زراعته فى دول جنوب شرق آسيا.

٥ -- *R. sativus* var. *oleifera*: لا يكوّن هذا الصنف النباتى جذورًا متضخمة، ويزرع لأجل استعماله كعلف، أو كسماد أخضر، وتنتشر زراعته فى دول أوروبا (Purseglove ١٩٧٤، و Banga ١٩٧٦).

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن الفجل نشأ فى الصين، حيث لا يزال ينمو فيها بحالة برية. كما يعتقد أن منطقة وسط آسيا تمثل مركزًا ثانويًّا لنشأة الطرز المختلفة من الفجل، بعد أن انتقل إليها من الصين فى عصور ما قبل التاريخ. وقد كان الفجل غذاءً معروفًا لدى قدماء المصريين، والإغريق، والرومان (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧). هذا .. بينما يذكر Yamaguchi (١٩٨٣) أن الفجل نشأ فى منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط، ثم انتقل منها إلى الصين. ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Banga (١٩٧٦).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع الفجل لأجل أوراقه، وجذوره التى تؤكل طازجة، كما تطهى جذور بعض أصنافه ويحتوى كل ١٠٠ جم من جذور الفجل على المكونات الغذائية التالية: ٩٤,٥ جم رطوبة، و ١٧ سعرًا حراريًّا، و ١,٠ جم بروتينًا، و ٠,١ جم دهونًا، و ٣,٦ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٧ جم أليافًا، و ٠,٨ جم رمادًا، و ٣٠ مجم كالسيوم، و ٣١ مجم فوسفورًا، و ١,٠ مجم حديدًا، و ١٨ مجم صوديوم، و ٣٢٢ مجم بوتاسيوم، و ١٥ مجم مغنيسيوم، و ١٠ وحدات دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٣ مجم ثيامين، و ٠,٠٣ مجم نياسين، و ٢٦ مجم من حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣) يتضح مما تقدم .. أن الفجل يعد متوسطًا فى محتواه من الكالسيوم، والحديد، وحامض الأسكوربيك. وتعد أوراق الفجل أغنى من جذوره فى محتواها من فيتامين أ.

وتتوفر الصبغات الأنثوسيانينية فى طبقة الجلد الخارجية لجذور الفجل الحمراء بتركيزات وصلت فى الأصناف المبكرة إلى ٣٩,٣–١٨٥ مجم/١٠٠ جم. أما الأصناف المتأخرة ذات الجذور الحمراء من الداخل فقد وصل تركيز الصبغات الأنثوسيانينية فيها

إلى ١٢,٢–٥٣ مجم/١٠٠ جم من الجذور. وقد قدر إنتاج الصبغات الأنثوسيانينية بنحو ١,٣–١٤ كجم/هكتار (٠,٥٤–٥,٩ كجم/فدان)، بما يعنى أن إنتاج الصبغة قد يكون اقتصاديًا على النطاق التجارى (Giusti وآخرون ١٩٩٨).

الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالفجل فى مصر عام ٢٠٠٠ حوالى ٢٨٧٨ فدانًا، وكان متوسط إنتاج الفدان نحو ٥,٥ أطنان من النباتات الكاملة. وكانت أغلب المساحة المزروعة فى العروة الشتوية (٢٠٥٤ فدانًا)، مع مساحات أقل فى العروتين الخريفية (٢٤٩ فدانًا)، والصيفية (٥٧٥ فدانًا). ولم يختلف متوسط محصول الفدان كثيرًا بين العروات الثلاث، وإن كان أعلى قليلاً فى العروة الخريفية (الإدارة المركزية لشئون البساتين والمحاصيل الحقلية – وزراة الزراعة والإصلاح الزراعى ٢٠٠٠).

الوصف النباتى

الفجل نبات عشبى ذو موسمين، أو مرحلتين للنمو، يكون النمو خضريًا فى موسم النمو الأول، وزهريًا فى موسم النمو الثانى. ومعظم الأصناف حولية، خاصة فى المناطق ذات الشتاء المعتدل البرودة، بيد أن بعضها ذو حولين، ويحتاج إلى التعرض لدرجة حرارة منخفضة شتاء حتى تتهيأ نباتاته للإزهار.

الجذور

ينمو الجذر الأولى للفجل بسرعة، ويتعمق فى التربة. وعندما يصل النمو النباتى إلى المرحلة المناسبة للاستهلاك .. يكون النمو الجذرى قد وصل إلى عمق ٦٠–٩٠ سم، مع انتشار جانبى لمسافة ٣٠–٤٠ سم، إلاّ أن معظم السطح الجذرى النشط فى عملية الامتصاص يكون على عمق ٥–٢٠ سم من سطح التربة. أما فى النباتات المكتملة النمو .. فإن الجذر الرئيسى يتعمق لمسافة ١٨٠–٢١٠ سم، وتتعمق الجذور الجانبية القوية لمسافة ٩٠–١٢٠ سم، ولكن لا تصل إلى هذا العمق إلاّ الجذور التى تتفرع فى القدم (٣٠ سم) العلوى من الجذر الأولى. ويصل الانتشار الجانبى للنبات البالغ إلى مسافة ٩٠ سم، ويكون معظم السطح الجذرى النشط فى الامتصاص فى القدم العلوى من التربة فى دائرة قطرها ١٨٠ سم (Weaver & Bruner ١٩٣٧).

يؤكل من الفجل الجزء الذى يتضخم من السويقة الجنينية السفلى، والجزء العلوى من الجذر. يتراوح طول هذا الجزء فى معظم الأصناف التجارية (الحولية) من ٢,٥-١٢,٥ سم، ولا يزيد قطره عن ٢,٥ سم.

وتختلف الأصناف فى الشكل من بيضاوية إلى طويلة مستدقة، وفى اللون الخارجى الذى قد يكون أبيض، أو أبيض مشوبًا بدرجات مختلفة من اللون الأحمر أو القرمزى. وتكون بعض الأصناف الحمراء ذات قمة بيضاء، بينما تكون جذور بعض الأصناف صفراء اللون. أما الأصناف ذات الحولين .. فإن جذورها تكون طويلة جدًّا، ولونها الخارجى أسود، أو قرمزيًّا، أو أبيض، أو أبيض مع أحمر، أو أحمر.

الساق والأوراق

تكون الساق قصيرة جدًا فى موسم النمو الأول، وتخرج عليها الأوراق متزاحمة، ثم تستطيل مع بداية الإزهار لتكون حاملاً نوريًّا متفرعًا، يصل طوله إلى نحو ٦٠-٩٠ سم

يتراوح طول الورقة فى موسم النمو الأول من ١٠-١٥ سم فى الأصناف الحولية، بينما يصل طولها إلى نحو ٤٥ سم فى الأصناف ذات الحولين، مثل: جابانيز ونتر Japanese Winter. وتكون الأوراق إما ملساء، أو مغطاة بشعيرات خشنة حسب الصنف.

الأزهار والتلقيح والثمار والبذور

تكون أزهار الفجل بيضاء، أو وردية اللون، وتحمل فى نورات راسيمية طرفية، وتتشابه فى تركيبها العام مع أزهار الكرنب. والتلقيح فى الفجل خلطى بسبب وجود ظاهرة عدم التوافق الذاتى Self Incompatibility (Fryxall ١٩٥٧)، ويتم بواسطة الحشرات.

إن ثمرة الفجل ليست خردلة كبقية الصليبيات، ولكنها قرن حقيقى true pod. يبلغ طولها من ٢,٥-٧,٥ سم، ولها منقار (Peaked)، ولا يوجد بها تقسيم داخلى، ولا تنشق، وبها من ٦-١٢ بذرة (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤)، ويطلق عليها أحيانًا اسم خريدلة.

يكون لون البذور بنيًّا ضاربًا إلى الحمرة أو إلى الصفرة عند النضج. وهى أكبر حجمًا من بذور الكرنب، حيث يصل قطرها إلى نحو ٣ مم.

الأصناف

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم أصناف الفجل حسب الأسس التالية:

١ – تقسيم الأصناف حسب طول موسم النمو .. فتوجد:

أ – أصناف ذات موسم نمو قصير Spring Cultivars:

تنمو أصناف هذه المجموعة بسرعة، وتصبح صالحة للحصاد فى خلال ٣٠–٣٥ يومًا من زراعة البذور، وهى حولية، ولا تبقى جذورها فى حالة صالحة للاستعمال إلاّ لفترة قصيرة؛ لذا .. يلزم الإسراع بحصادها.

ب – أصناف ذات موسم نمو متوسط الطول Summer Cultivars:

تنمو أصناف هذه المجموعة بسرعة أقل، وتصبح جاهزة للحصاد فى خلال ٤٠–٦٠ يومًا من زراعة البذور، وتبقى جذورها صالحة للاستعمال لفترة أطول مما فى أصناف المجموعة الأولى.

جـ – أصناف ذات موسم نمو طويل Winter Cultivars:

تنمو أصناف هذه المجموعة ببطء، وتصبح جاهزة للحصاد فى خلال ٦٠–٨٠ يومًا من زراعة البذور، وتصل جذورها إلى أحجام كبيرة، وتخزن بصورة جيدة، وهى ذات حولين، حيث يبقى نموها خضريًا فى الجو الحار، والنهار الطويل، ولا تتهيأ للإزهار إلاّ بعد تعرضها لعاملة الارتباع (Ware & MaCollum ١٩٨٠).

٢ – تقسيم الأصناف حسب لون الجذر وشكله مع موعد النضج كما يلى:

أ – الأصناف المبكرة النضج:

(١) الجذور صغيرة كروية أو زيتونية الشكل:

(أ) اللون الخارجى أحمر كما فى عديد من الأصناف، مثل: شرى بلى Cherry Belle (شكل ٩–١، يوجد فى آخر الكتاب)، وكوميت Comet، وإيريلى سكارلت جلوب Early Scarlet Globe، ونانسى رد Fancy Red، ورد كنج Red King، ورد

بوى Red Boy، وسكارلت نايت Scarlet Knight، وشرى بيوتى Cherry Beauty، ونوفيرد (شكل ٩-٢، يوجد فى آخر الكتاب)، وجولى Jolly.

(ب) اللون الخارجى أحمر من أعلى، وأبيض من أسفل، كما فى سباركر Sparkler (شكل ٩-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

(جـ) اللون الخارجى أبيض، مثل سنوبللى Snowbelle، وبيتى هوايت Petit White (شكل ٩-٤، يوجد فى آخر الكتاب).

(٢) الجذور متوسطة الطول .. وهذه قد تكون:

(أ) حمراء من أعلى وبيضاء من أسفل، مثل فرنش بريكفست French Breakfast (شكل ٩-٥، يوجد فى آخر الكتاب)، ولانكويتا، وبولكا Polka (شكل ٩-٦، يوجد فى آخر الكتاب).

(٣) الجذور الطويلة .. وهذه قد تكون:

(أ) اللون الخارجى أبيض كما فى هوايت أيسكل White Icicle، والبلدى، وبيربى هوايت Burpee White

(ب) اللون الخارجى أحمر كما فى لونج سكارلت Long Scarlet.

ب - الأصناف المتوسطة فى موعد النضج .. وهذه قد تكون:

(أ) ذات جذور بيضاء، مثل هوايت سترا سبورج White Starsburg، وطراز الدايكون diakon، مثل Summer Cross Hybrid.

(ب) ذات جذور ذهبية وكروية، مثل جولدن جلوب Golden Globe.

جـ - الأصناف المتأخرة النضج:

(١) الجذور الكروية:

(أ) اللون الخارجى أبيض كما فى هوايت شاينيز White Chinese، و Silverstar (شكل ٩-٧، يوجد فى آخر الكتاب).

(ب) اللون الخارجى وردى كما فى شاينا روز China Rose.

(جـ) اللون الخارجى أسود كما فى روند بلاك سبانش Round Black Spanish.

(٢) الجذور الطويلة:

(أ) اللون الخارجى أسود كما فى لونج بلاك سبانش Long Black Spanish.

(ب) اللون الخارجى وردى، مثل تشاينيز روز Chinese Rose.

(جـ) اللون الخارجي أبيض، مثل تشاينيز هوايت Chinese White (عن مرسي والمربع ١٩٦٠ بتصرف).

٣ - تقسيم الأصناف حسب حجم الجذور:

تقسم أصناف الفجل حسب حجم جذورها إلى فئتين: صغيرة وتشمل جميع الأصناف التي أسلفنا بيانها في هذا التقسيم، وضخمة وتشمل مجموعة من الأصناف اليابانية ذات جذور كبيرة الحجم جدًا.

ومن أهم الأصناف اليابانية ذات الجذور الضخمة ما يلي:

أ - ساكوراجيما ماموت Sakurajima Mammoth:

يعد أكبر الأصناف حجمًا في العالم، حيث يصل متوسط وزن الجذر الواحد منه إلى ٥ كجم بعد ١٧٠ يومًا من الزراعة، وقد يصل وزنه إلى ٢٠ كجم بعد فترة أخرى من النمو، وجذوره كروية، وغير حريفة.

ب - موريجيوتي Moriguti:

من الأصناف اليابانية الضخمة ذات الجذور الطويلة جدًا (Murray ١٩٧٧).

جـ - Misato Red .. جذوره حمراء من الخارج وبيضاء من الداخل وكروية الشكل.

د - Shogoin Round .. جذوره بيضاء من الداخل والخارج وكروية الشكل (شكل ٩-٨، يوجد في آخر الكتاب).

هـ - Misato Rose .. جذوره بيضاء من الخارج ووردية اللون من الداخل.

و - Just Wright .. هجين ذات جذور بيضاء مبططة يصل قطرها إلى ١٨-٢٠ سم، وناعمة الملمس. الأوراق صالحة للاستعمال وجيدة الطعم. يكون جاهزًا للحصاد بعد ٦٠ يومًا من الزراعة (شكل ٩-٩، يوجد في آخر الكتاب).

ز - Tama Cross .. هجين ذات جذور بيضاء أسطوانية الشكل يصل قطرها إلى ٩ سم وطولها إلى ٤٥ سم (شكل ٩-١٠، يوجد في آخر الكتاب).

ومن الأصناف الأخرى ذات الجذور البيضاء من طراز daikon - والتي يفضل حصادها عندما يبلغ وزن جذورها حوالي كيلو جرام - كلاً من: Fukumi، و Tomas، و Oshin، و Long White. تصل جذور هذه الأصناف إلى الحجم المناسب للحصاد بعد

حوالى ٦٠ يومًا من الزراعة فى الجو المائل إلى الدفء، وبعد ٨٢-٨٥ يومًا فى الجو المائل إلى البرودة (Harris وآخرون ٢٠٠٠).

مواصفات الأصناف

من أهم أصناف الفجل ما يلى:

١ - البلدى:

وهو أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة فى مصر، نموه قوى، وأوراقه عريضة ملساء، وكثيرة التفصيص، وجذوره طويلة بيضاء، وحريفة، وهو سريع النضج.

٢ - البرلسى:

يشبه الصنف البلدى، أوراقه عريضة ملساء، وخالية من التفصيص.

٣ - إيرلى سكارلت جلوب Early Scarlet Globe:

يعرف فى مصر باسم "الفجل الأحمر". نموه الخضرى قصير، جذوره كروية ذات لون أحمر زاه، وسريع النضج.

٤ - إفرست ١٥٠ Everest 150:

صنف يابانى هجين، يشبه الصنف البلدى. أوراقه ملساء، غير مقصصة يبلغ طولها من ٤٠-٥٠ سم، وجذوره ملساء أسطوانية الشكل، ناصعة البياض، يبلغ قطرها ٦,٥ سم وطولها ٣٠ سم، وهو قليل الحرافة بالمقارنة بالصنف البلدى. ويعتبر متوسطًا فى موعد النضج.

٥ - ميدل إيست جاينت Middle East Giant:

صنف هولندى أوراقه لا تصلح للاستهلاك. جذوره كروية ذات لون أحمر من الخارج، ويبلغ قطرها حوالى ٣ سم. قليل الحرافة. من الأصناف المبكرة التى يمكن أن تبقى جذورها فى الأرض لفترة بعد وصولها إلى الحجم المناسب للحصاد دون أن تظهر عليها أعراض الشيخوخة (الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

٦ - فرنش بريكفست French Breakfast:

نموه الخضرى صغير، وجذوره صغيرة بيضاوية إلى مستطيلة، أسمك قليلاً من طرفها

السفلى، ولونها قرمزى من أعلى، وأبيض من أسفل، وهو سريع النضج (شكل ٩-٥، يوجد فى آخر الكتاب).

٧ - هوايت أيسيكل White Icicle :

جذوره رفيعة، وطويلة مستدقة من أسفل يبلغ طولها حوالى ١٢ سم، وبيضاء اللون غضة، وقليلة الحرافة. مبكر النضج.

٨ - لونج سكارلت Long Scarlet:

جذوره طويلة مستدقة من أسفل، يبلغ طولها حوالى ١٠ سم، وحمراء اللون. مبكر النضج.

٩ - سباركلر Sparkler:

نموه الخضرى قصير، وجذوره كروية حمراء فيما عدا طرفها السفلى الذى يكون أبيض اللون. مبكر النضج (شكل ٩-٣، يوجد فى آخر الكتاب).

١٠ - من بين الأصناف التى جربت زراعتها بنجاح فى كلية الزراعة - جامعة القاهرة .. ما يلى:

أ - أصناف طويلة بيضاء: تشينا روز هوايت China Rose White، وأيسيكل.

ب - أصناف طويلة حمراء: بارتندر رد Bartender Red.

جـ - أصناف كروية حمراء: شامبيون Champion: وكرمسون جاينت Crimson Giant، و رد بوى Red Boy.

د - أصناف منضغطة oblate (مبططة) حمراء: كافالروندو Cavalrondo، وسكارلت جلوب Scarlet Globe.

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف الفجل .. يراجع Wehner (١٩٩٩).

التربة المناسبة

ينمو الفجل فى جميع أنواع الأراضى سواء أكانت عضوية، أم رملية، أم ثقيلة. ويكون المحصول مبكرًا فى الأراضى الرملية والطميية الرملية، ويكون عاليًا ولكنه يتأخر فى الأراضى الثقيلة.

تأثير العوامل الجوية

يكون إنبات البذور سريعًا فى درجة حرارة تتراوح من ١٨-٢٩°م، فلا تزيد فترة الإنبات عن ٣-٤ أيام. وتقل سرعة الإنبات بدرجة ملحوظة مع انخفاض درجة الحرارة عن ١٣°م.

يحتاج النبات إلى جو معتدل البرودة لإعطاء محصول مرتفع ذى جودة عالية. ويتراوح المجال الحرارى المناسب لنمو النباتات من ١٠-١٨°م، مع نهار قصير إلى متوسط الطول. يؤدى انخفاض درجة الحرارة عن هذا المجال إلى مضاعفة الفترة اللازمة من الزراعة إلى الحصاد تقريبًا، فتحتاج الأصناف المبكرة إلى حوالى ٤٠-٥٠ يومًا بدلاً من ٢٣-٣٠ يومًا.

وبينما تتحمل نباتات الفجل الصقيع الخفيف .. فإن ارتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى ما يلى:

١ - استطالة جذور الأصناف ذات الجذور الكروية.

٢ - يصبح مركز الجذر إسفنجيًّا ومليئًا بالفجوات الهوائية (لُبيًّا)، وهى الظاهرة التى يطلق عليها اسم "التخويخ" pithiness، وتحدث خاصة فى الأصناف الكروية الجذور إذا تركت فى الجو الحار دون حصاد.

٣ - زيادة حرافة الجذور.

٤ - زيادة النمو الورقى.

٥ - قد ينمو الشمراخ الزهرى فى الأصناف المبكرة (الحولية) قبل أن تتكون جذور صالحة للاستعمال. أما الأصناف ذات الحولين .. فإنها لا تزهر إلاّ بعد أن تتعرض لعاملة الارتباع.

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر الفجل بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة. ويلزم لزراعة الفدان حوالى ٤-١٠ كجم من البذور حسب طريقة الزراعة، والصنف المستخدم، فتبلغ الكمية المستعملة حوالى ٤ كجم فى الأصناف الأجنبية، ونحو ٨ كجم فى الفجل البلدى الذى يزرع بكثافة أكبر. وتزيد كمية التقاوى عند الزراعة على خطوط عما تلزم عند الزراعة فى أحواض.

يجهز الحقل للزراعة بالحراثة، والتزحيف، والتسميد بالأسمدة العضوية، ثم تقسم الأرض إلى أحواض مساحتها ٢ × ٢م، أو ٢ × ٣م. ويحسن أن تكون الزراعة في الأراضي الثقيلة على خطوط بعرض ٦٠ سم (أي يكون التخطيط بمعدل ١٢ خطًا في القصبتين). تزرع البذور في الأحواض نثرًا، أو في سطور على بعد ١٥-٢٠ سم من بعضها البعض. أما عند استعمال الخطوط .. فإن الزراعة تكون سرًا في الثلث العلوى من ريشتى الخط. ولا يزيد عمق الزراعة في أى من طريقتى الأحواض، أو الخطوط عن ١-١,٥ سم (مرسى والمربع ١٩٦٠).

وتتوفر آلات تقوم بزراعة ٢٨ خطًا مرة واحدة على مسافة ٢٥ سم من بعضها البعض. تقوم الآلة بسر من ٤٠-٥٠ بذرة بكل متر طولى من الخط الواحد. يقوم بتشغيل الآلة عامل واحد، ويمكن استخدامها فى زراعة ٤٠ فدانًا يوميًا (Murray ١٩٧٧).

مواعيد الزراعة

يزرع الفجل البلدى طول العام. وأفضل العروات هى التى تزرع بذورها من سبتمبر إلى آخر فبراير أثناء الجو المعتدل الحرارة، والنهار القصير. تتجه النباتات التى تزرع متأخرة عن ذلك نحو الإزهار قبل أن تتكون بها جذور اقتصادية ؛ لذا .. فإنها تقلع وهى مازالت صغيرة لاستعمال أوراقها فقط.

أما أصناف الفجل الأجنبية التى تزرع لأجل جذورها فقط .. فإن زراعتها تقتصر على الفترة من سبتمبر إلى آخر فبراير، وهى الفترة المناسبة لنمو وتكوين الجذور، قبل أن تتجه النباتات نحو الإزهار. ويمكن تأخير الزراعة قليلاً عن ذلك فى المناطق الساحلية.

ويمكن الحصول على محصول مستمر من الفجل بإحدى طريقتين: إما زراعة جزء من المساحة المخصصة لإنتاج الفجل كل ١٠ أيام بصنف واحد مرغوب، أو بزراعة عدد من الأصناف التى تتفاوت فى موعد نضجها فى وقت واحد.

عمليات الخدمة الزراعية

الخف

تخف النباتات المتزاحمة بحيث تتراوح المسافة بين النباتات المتجاورة من ٢-٣ سم

فى الأصناف المبكرة، ومن ٥–١٠ سم فى الأصناف المتأخرة. وتسوّق النباتات التى تقلع - عند الخف - عادة.

العزق ومكافحة الحشائش

تزال الحشائش - يدويًا - عند الزراعة نثرًا فى أحواض، وبالعزق السطحى عند الزراعة فى سطور أو على خطوط.

الرى

يحتاج الفجل إلى استمرار توفر الرطوبة فى التربة؛ وذلك نظرًا لأن تعرض النباتات للعطش يؤدى إلى ما يلى:

١ - تقليل سرعة النمو، ونقص المحصول.

٢ - زيادة حرافة الجذور.

٣ - زيادة ظاهرة تكون الفجوات الهوائية بمركز الجذر (التجوف).

٤ - زيادة الاتجاه نحو الإزهار السريع.

التسميد

يتوقف برنامج تسميد الفجل حسب طول موسم النمو للأصناف المزروعة، كما يلى:

١ - تعطى الأصناف ذات موسم النمو الطويل برنامج التسميد ذاته الذى أسلفنا بيانه بالنسبة لمحصول اللفت.

٢ - تعطى الأصناف ذات موسم النمو المتوسط الطول برنامج تسميد مماثل لما سبق، ولكن مع خفض كميات الأسمدة التى تضاف أثناء موسم النمو بنسبة ٢٥٪.

٣ - تسمد الأصناف ذات موسم النمو القصير قبل الزراعة بنحو ١٠م^3 سماد عضوى، و ٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ١٥ كجم P_2O_5 (١٠٠ كجم P_2O_5)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان. وفى الأراضى الفقيرة يضاف حوالى ١٥ كجم أخرى من النيتروجين (حوالى ٥٠ كجم نترات نشادر) بعد إنبات البذور بنحو أسبوعين.

الفسيولوجى

تكوين الجذور المتدرنة

أظهرت دراسات Bukhov وآخرون (١٩٩٦) أن جذور الفجل المتدرنة تكونت عندما نميت النباتات في ضوء أزرق، بينما لم تتكون عندما كان نمو النباتات فى ضوء أحمر، وهو الذى أدى إلى زيادة نمو أعناق الأوراق. وقد تبين أن مستويات كلا من إندول حامض الخليك، والزياتين zeatin + الزياتين ريبوزايد zeatin riboside كانت أعلى بمقدار عدة أضعاف في جذور النباتات التى نمت في الضوء الأزرق مقارنة بمحتواها فى جذور تلك التى نمت فى الضوء الأحمر. وقد اقترح الباحثون أن تلك الهرمونات تهئ جذور النباتات النامية فى الضوء الأزرق لجذب الغذاء المجهز إليها.

الإزهار

أوضح كل من Banga & Smeets منذ عام ١٩٥٦ (عن Piringer ١٩٦٢) أن الإزهار واستطالة الشماريخ الزهرية تحدثان فى أصناف الفجل الحولية (المبكرة) عند زيادة طول النهار، وليس للحرارة المرتفعة أى دور فى هذا الشأن. ولكن نظرًا لأن زيادة طول النهار صيفًا يصاحبها – عادة – ارتفاع فى درجة الحرارة؛ لذا .. كان الربط الظاهرى بين الحرارة المرتفعة والإزهار. أما الأصناف المتأخرة اليابانية، والصينية (ذات الحولين) .. فإنها تحتاج إلى التعرض للحرارة المنخفضة؛ حتى تتهيأ للإزهار.

وقد وجد أن التعرض للفترة الضوئية الطويلة (٨ ساعات إضاءة عادية + ٨ ساعات إضاءة ضعيفة) يحفز تمثيل الجبريللين، بينما لا يحدث ذلك فى معاملة التعرض للبرودة (٥°م لمدة ٢٠ يومًا). وقد اتجهت نباتات الفجل نحو الإزهار لدى تعريضها للحرارة المنخفضة ثم إما تعريضها للفترة الضوئية الطويلة وإما رشها بالجبريللين بتركيز ٠,٠٠١ مولار؛ مما يعنى أن كلا من التعرض للحرارة المنخفضة وتنشيط تمثيل الجبريللين فى النهار الطويل يلزمان للإزهار. وقد كان تركيز الجبريللين فى سيقان النباتات التى اتجهت نحو الإزهار أعلى بمقدار ١–٢ ضعف عما فى سيقان النباتات غير المزهرة (Nakayama وآخرون ١٩٩٥).

الارتباع

أوضح Nomura وآخرون (١٩٩٩) أن تعريض نباتات الفجل لحرارة ٥-١٠°م يلعب دورًا مباشرًا فى تكوين البراعم الزهرية، ولكن تلك الحرارة لم تكن كافية لكى تبدأ النباتات فى الحنبطة والإزهار. وقد أدى تعريض النباتات بعد ذلك لحرارة ١٥°م إلى نمو شماريخها الزهرية (حنبطتها) بنسبة ١٠٠٪.

وقد انخفض عدد الأوراق التى تكونت تحت مستوى النورة، وقصرت الفترة التى مرت قبل تفتح الأزهار بزيادة طول فترة الارتباع على ٦,٥°م من صفر إلى ١٥ يومًا، وذلك فى جميع الأصناف التى اختبرت. وفى حرارة ١٨°م – بدون ارتباع – مع فترة ضوئية طويلة أزهرت الأصناف: Early 40 Days، و Everst، و Minowase Early Long White، بينما لم يزهر الصنف Chinese Radish Jumbo Scarlet الذى بدا أن له احتياجات ضرورية من البرودة لكى يتهيأ للإزهار، وقد تراوحت تلك الاحتياجات بين ٥، و ١٠ أيام على حرارة ٦,٥°م.

إزالة أثر الارتباع

أدى تعريض نباتات من الفجل اليابانى لحرارة ٣٠°م لمدة ثمانى ساعات بعد تعريضها لمعاملة الارتباع vernalization (٥°م لمدة ١٦ ساعة) إلى إزالة كل أثر لمعاملة الارتباع (أى حدث لها devernalization)، ولكن هذا التأثير (إزالة أثر الارتباع) لم يشاهد حينما كانت النباتات قد تم ارتباعها بالكامل، حيث اقتصر حدوثه على النباتات التى كان ارتباعها جزئيًا تحت ظروف إضاءة عالية مثل ٣٠ كيلو لكس (عن Etoh ١٩٩٤).

وقد وجد Sheen (٢٠٠٠) أن الارتباع الكامل لنباتات الصنف الصينى Ma-Mei-Fura تتطلب التعرض لحرارة ٥°م لمدة ٢٠ يومًا، بينما أدى تعريضها لحرارة ٥°م لمدة ١٠ أيام فقط إلى ارتباعها جزئيًا فقط. وعندما اختلفت الحرارة بين النهار والليل خلال فترة الارتباع .. فإن حرارة النهار الأعلى ألغت تأثير الارتباع لحرارة الليل المنخفضة، وحدث ذلك عندما ارتفعت حرارة النهار إلى ٢٠°م أو ٣٠°م. وبعد فترة من التعرض للبرودة المستمرة فإن التعرض للحرارة العالية بعد ذلك – سواء أتم بصورة متقطعة نهارا

فقط أم تم بصورة مستمرة ليلاً ونهارًا – لم يلغ أثـر أثـر الارتبـاع الـذى أحدثـه التعـرض للحرارة المنخفضة قبل ذلك. وقد ارتبــط الارتبـاع بارتفـاع محتـوى الـسكر فـى النبـات، وارتبط إلغاء أثر الارتباع – بفعل الحرارة العالية – بانخفاض مستوى السكر.

دور منظمات النمو فى الإزهار

أدى نقع بذور الفجل فى محلول حامض الأبسيسك abscisic acid بتركيز ٥٠ جـزءًا فى المليون أو رشها بالمنظم ذاته بتركيز ٢٥٠ جـزءًا فـى المليـون إلى منـع اتجـاهها نحـو الإزهار حتى عندما حصلت البادرات على معاملة الارتباع، وكـانت معاملـة نقـع البـذور أكثر كفاءة – فى هذا الشأن – عن معاملة رش البادرات (Amagasa وآخرون ١٩٩٣).

وقد دُرس تأثير معاملة نباتات الفجل التى تهيأت للإزهار (بتعريـض البـادرات بعـد الزراعة بعشرة أيام لحرارة ٥ْم لمدة ١٠–٤٠ يومًـا فـى إضـاءة ٨ سـاعات ثـم بعـد ذلـك تعريضها لإضاءة ١٦ ساعة) .. دُرس تأثير معاملة هذه النباتات بكـل مـن اليونيكونـازول uniconazole (بمعدل ١٠٠ مل/أصيص بعد ٧ أيام من الزراعـة)، وحـامض الجـبريلليك (بمعدل ٤٠ ميكروليتر للقمة النامية للنباتات كل ٣ أيام بداية من معاملة الفترة الضوئيـة التى كانت إما ١٦ سـاعة أو ٨ ساعات بعد معاملة البرودة). أدت معاملـة اليونيكونـازول – وهو مثبط لتمثيل الجبريللين فى النبات – إلى منـع نمـو سـاق النباتـات بقـوة وتأخـير الإزهار، بينما عكست المعاملة بحـامض الجـبريلليك هـذه التأثـيرات كليـة. وقـد أظـهر الفحص المجهرى للقمة الميرستيمية للنباتات أن معاملـة اليونيكونـازول أخـرت الإزهـار بتأخير التحول من الميرستيم الخضرى (الرفيع) إلى الميرتســيم الزهـرى (العريـض بشـكل القبة dome-shaped) (Nishijima وآخرون ١٩٩٧). وقد ظهر أن الجبريللينات النشـطة بيولوجيًا فى عملية الإزهار كانت GA_1، و GA_4. وتطلبت عمليــة الإزهـار – يحـث مـن الفترة الضوئية – تركيزًا عاليًا من الجبريللين الطبيعى. وقد استُدِلَ من تلـك النتـائج أن بالإمكان التحكم فى الإزهار المبكر بخفض تركيز الجبريللينات الطبيعية خـلال الفـترات الضوئية الطويلة المهيئة للإزهار (Nishijima ٢٠٠٠).

محتوى الجذور من أيون الثيوسيانات

يحتوى الفجل – كغيره من الصليبيـات الأخـرى – علـى مركبـات الجلوكوسـينولات

المنتجة لأيونات الثيوسيانات thiocyanates المسئولة عن الحرافة، والتى تؤدى – عند كثرة تناولها فى الغذاء – إلى تضخم الغدة الدرقية.

وقد قام Carlson وآخرون (١٩٨٥) بدراسة محتوى جذور ١٠٩ أصناف من الفجل، ووجدوا أن أكثر المركبات انتشارًا بها هو 4-methylthio-3-butenyl-glucosinolate، مع تواجد كميات قليلة من المركبات التالية:

4-methylsulfinylbutyl-glucosinolate

4-methylsulfinyl-3-butenyl-glucosinolate.

3-indolymethyl-glucosinolate

وقد وجد أن أكثر من ٨٠٪ من الأصناف الحمراء الأوروبية تحتوى جذورها على ١٠٠–١٩٩ ميكرومول من مركبات الجلوكوسينولات/١٠٠ جم، مقابل ١٠٠–٢٩٩ ميكرومول/١٠٠ جم فى جذور الأصناف الكورية، و ٢٠٠–٣٩٩ ميكرومول/١٠٠ جم فى جذور الأصناف الأمريكية.

كذلك وجد عند دراسة ١١ صنفًا من الفجل أن أكثر المركبات تواجدًا كان 4-methylthio-3-butenylisothiocyanate. وكان هذا المركب أعلى تركيزًا فى الأصناف اليابانية ذات الجذور الطويلة الرفيعة عما فى الأصناف الكورية ذات الجذور القصيرة السميكة، كما ازداد تركيز المركب فى طرف الجذر عما فى قمته أو عند الأكتاف، وفى القشرة الخارجية عما فى الأنسجة الداخلية. هذا .. ولم تؤثر الأسمدة – بما فى ذلك تلك التى تحتوى على الكبريت – على المحتوى الكلى للمركب بالنباتات. كذلك لم ينخفض تركيز المركب معنويًا فى الجذور التى خزنت فى مخازن باردة رطبة لمدة وصلت إلى شهرين (Lee وآخرون ١٩٩٦، و Coogan وآخرون ١٩٩٩).

محتوى الجذور من النترات

تختلف أصناف الفجل فى مدى استعدادها لتراكم النترات بأنسجتها، فمثلاً يزيد تراكم النترات كثيرًا فى الصنف Robijn عما فى الصنف Boy.

وقد ازداد تراكم النترات بأوراق جذور الفجل عندما نميت فى حرارة ١٨°م، وكذلك عندما نُميت فى حرارة ١٠°م ثم نقلت إلى ١٤ أو ١٨°م قبل حصادها بأحد عشر يومًا،

مقارنة بالنباتات التى نميت فى حرارة أقل من ذلك. وقد تلاشت الفروق بين الصنفين Robijn، و Boy فى محتوى أنسجتهما من النترات فى حرارة ١٨°م (Nieuwhof ١٩٩٤).

وأمكن خفض محتوى نباتات الفجل من النترات بزيادة معدل التسميد البوتاسيى بمقدار ٥٠٪ عن المعدل الموصى به، مع خفض معدل التسميد الآزوتى المعدنى بنسبة ٥٠٪ واستبداله إما بسماد حيوى، وإما بسماد عضوى. وجدير بالذكر أن محتوى النترات بالعصير الخلوى للنباتات كان أقل عندما أجرى الحصاد بعد الظهر مقارنة بالقيم التى حُصل عليها عندما كان الحصاد فى الصباح الباكر (Ahmed وآخرون ١٩٩٧).

العيوب الفسيولوجية

الجذور اللبيّة (القلب الأجوف، أو تجوف، أو تخويخ الجذور)

تتميز الجذور اللُبيّة بتكوين مسافات هوائية فى مركز الجذر، تجعله فى نهاية الأمر إسفنجيًا، وجافًا، ومفرغًا.

وقد أوضحت دراسات Sun & Wang (١٩٩٨) أن ظاهرة تجوف الجذور ترتبط بقطر الجذور، حيث تزداد فى الجذور الزائدة النمو.

هذا إلاّ أن ظاهرة تجوف الجذور لا ترتبط بشيخوخة الجذور؛ إذ إن الجذور التى يتم حصادها لأجل التسويق التجارى وتظهر بها الظاهرة تكون مازالت نشطة فى نموها وقت حصادها، كما أنها تستمر فى نموها أثناء التخزين؛ فقد وجد Harris وآخرون (١٩٩٣) أن تخزين جذور الفجل من طراز داياكون Daikon لمدة ٢٥ يومًا على حرارة ١°م ورطوبة نسبية ٩٠-٩٥٪ (فى محاكاة لظروف الشحن البحرى من أستراليا إلى اليابان) أن الجذور تحدث بها ظاهرة "التخويخ" حيث تصبح لبية pithy بسبب تكوين فراغات داخلية؛ مما يجعل الجذور غير صالحة للتسويق.

وتختلف أصناف الفجل فى مدى قابليتها للإصابة بظاهرة التجويف، ونجد فى الأصناف القابلة للإصابة ذات الأوعية الكثيفة أن ترسيب اللجنين يحدث عند انخفاض

النشاط الميرستيمى للخلايا البرانشيمية بسبب ارتفاع درجة الحرارة. ويمنع ذلك الخلايا البرانشيمية الكبيرة الحجم ذات الجدر الرقيقة من الانبعاج لملئ الفراغات التى توجد بين الخلايا، ومن ثم تتجمع هذه الفراغات لتكون فجوات كبيرة. وعلى عكس ذلك نجد فى الأصناف التى تكون أوعيتها متفرقة بسبب النشاط الانقسامى النشط للخلايا البرانشيمية – حتى فى ظروف الحرارة العالية – نجد أن اللجنين نادرًا ما يترسب فى الخلايا المواجهة للمسافات البينية الصغيرة. ولأن هذه المسافات البينية تملأ باستمرار بخلايا برانشيمية حديثة التكوين، فإنها لا تتجمع معًا لتكون فجوات ظاهرة (Kano & Fukuoka ١٩٩٤).

وجدير بالذكر أن ظاهرة تجوف الجذور لا تقتصر على أصناف الفجل ذات الجذور الكروية فقط. فقد لوحظت الظاهرة كذلك – قبل الحصاد وبعده – فى الصنف Long White على سبيل المثال. وكما أسلفنا .. فإن تلك الحالة لا ترتبط بدخول الجذور فى مرحلة الشيخوخة إذ أنها تظهر فى هذا الصنف فى مرحلة مبكرة من النمو (Harris وآخرون ٢٠٠٠).

وتعد حرارة التربة العالية أحد المسببات الرئيسية لحالة القلب الأجوف.

تبدأ جذور الفجل فى التجوف حينما تتجمع المسافات التى توجد بين الخلايا البارانشيمية معًا. وفى ظروف الحرارة العالية تتجلنن الخلايا البارانشيمية التى تحيط بالمسافات البينية، ولكن لا يحدث ذلك فى ظروف الحرارة المنخفضة أو المعتدلة Kano & Fukuoka (١٩٩٢).

وفى دراسة أخرى وجد Kano & Fukuoka (١٩٩٥) أن نباتات زراعات شهر يوليو التى تعرضت لحرارة تربة تزيد عن ٣٢°م خلال منتصف مرحلة نموها كانت أضعف نموًا، وازدادت فيها الإصابة بالتجويف، كما ازداد فيها تركيز الأوعية فى مركز الجذر، وترسب اللجنين فى جدر الخلايا المحيطة بالفجوة المركزية. وعندما أجريت الزراعة فى وجود ملفات تسخين لرفع حرارة التربة .. أدت تدفئة التربة من اليوم السادس عشر بعد الزراعة إلى اليوم الثلاثين، وكذلك من اليوم الحادى والثلاثين إلى اليوم الخامس والأربعين إلى إبطاء نمو الجذور وتكوين بعض الفجوات الداخلية بها، وزيادة أعداد

الأوعية بالمنطقة المركزية للجذر، وإلى تحفيز اللجننة بالقرب من الفجوة المركزية. وبالمقارنة .. فإن التدفئة من اليوم العاشر إلى اليوم الخامس عشر بعد الزراعة أو من اليوم السادس والأربعين إلى اليوم الستين لم يظهر معها تجوف داخلى بالجذور، وترتب عليها إنتاج أوعية فى مركز الجذور بكثافة قليلة، كما لم يكن لتسخين التربة خلال أى من هاتين الفترتين تأثيرًا على لجننة الخلايا. وقد استنتج من هذه الدراسة أن تكوين الفجوات الكبيرة بالمنطقة المركزية للجذور يحدث نتيجة لترسيب اللجنين فى الخلايا المحيطة بالفجوات بسبب ارتفاع درجة الحرارة فى منتصف مرحلة النمو الجذرى.

وفى دراسة حول محتوى جذور الفجل من السيتوكينين فى درجات الحرارة المختلفة وعلاقة ذلك بظاهرة التجوف، وجد أن جذور نباتات الزراعات المبكرة - التى تعرضت لحرارة تزيد بمقدار ٦-١٢°م عن الزراعات المتأخرة - كانت أقل محتوى من السيتوكينين من جذور الزراعات المتأخرة. كذلك وجد أن تعريض النباتات لحرارة لا تقل عن ٣٠°م لمدة ٣٠ يومًا أدى إلى زيادة ظاهرة تجوف الجذور مقارنة بحالة التجوف فى النباتات التى تعرضت لحرارة تراوحت بين ٢٥، و ٣٠°م، كما كان محتوى الجذور من السيتوكينين فى معاملة الحرارة العالية أقل باستمرار مما فى معاملة الحرارة الأقل. وكان إنتاج السيتوكينين فى جذور الصنفين Sobuto، و Fukumi القابلين للإصابة بالتجوف أقل فى الحرارة العالية، بينما كان إنتاج السيتوكينين فى جذور الأصناف الأكثر مقاومة للتجوف أعلى (Kano & Fukuoka ١٩٩٦أ).

وعندما عوملت نباتات الفجل اليابانى Gensuke بملح الصوديوم لإندول حامض الخليك رشًا على النموات الخضرية بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون كل ٣ أيام لمدة ١٥ يومًا خلال ٤ مراحل للنمو .. أدت المعاملة بداية من اليوم السادس عشر بعد الزراعة حتى اليوم الثلاثين إلى إبطاء معدل زيادة الجذور فى الحجم وزيادة كثافة الأوعية، ونشاط تكوّن اللجنين، وتكوين تجويف كبير بمركز الجذر. وفى المقابل لم تُحِدْثِ المعاملة ذاتها خلال فترات النمو الأخرى أى من تلك التأثيرات. وقد تباينت أصناف الفجل اليابانى كثيرًا فى مدى استجابتها للمعاملة بالأوكسين. فمثلاً .. أدت معاملة رش أوراق الصنف Yamada إلى الحد من زيادة جذوره فى السمك، وزيادة كثافة الأوعية ونشاط تكوين

اللجنين فيها، ومن ثم تكون بها تجويف كبير، بينما لم تحدث المعاملة ذاتها للصنفين Taibyosobuto، و Tokinashi أى تجاويف جذرية (Kano & Fukuoka ١٩٩٦ب)

التلون البنى الداخلى أو القلب البنى

يعتقد بأن حالة التلون البنى الداخلى internal browning (أو القلب البنى brown heart) – التى تظهر فى جذور بعض أصناف الفجل اليابانية – ترجع إلى نقص البورون (عن Etoh ١٩٩٤)، كما أنها قد ترجع إلى ارتفاع حرارة التربة فى المراحل الأخيرة من النمو. ويصاحب التلون البنى – فى تلك المرحلة من النمو – زيادة فى محتوى الجذور من البولى فينولات وفى نشاط إنزيم الكاتيكول أوكسيديز catechol oxidase (البولى فينول أوكسيديز polyphenol oxidase) (Kawai وآخرون ١٩٩٢).

وقد كان التسميد بالبورون فعّالاً فى خفض الإصابة بالقلب البنى وفى زيادة تركيز البورون فى الجذور. كذلك كان التسميد بالسوبر فوسفات فعّالاً فى خفض الإصابة بالقلب البنى وفى زيادة تركيز الفوسفور فى الجذور. وأدى غياب البورون من المحاليل المغذية فى المزارع المائية إلى إحداث إصابة شديدة بالقلب البنى، وكانت الأعراض أشد على حرارة ٢٩°م عنها عند حرارة ٢١°م علىالرغم من أن تركيز البورون فى الجذور كان عاليًا نسبيًا فى الحرارة الأعلى. ويستدل من تلك النتائج أن الإصابة بالقلب البنى لا يمكن إرجاعها إلى نقص البورون فقط. وقد وجدت زيادة فى نشاط إنزيم catechol oxidase – وليس فى تركيز البولى فينولات – فى الجذور – فى غياب البورون فى المزارع المائية. ولذا .. يعتقد بأن التلون البنى الداخلى يحث بسبب زيادة نشاط الـ catechol oxidase استجابة لنقص البورون فى الجذور. وفى وجود البورون فى المحلول المغذى لم تحدث الإصابة بالتلون البنى الداخلى أيًا كان تركيز الفوسفور فى المحلول. ومن ناحية أخرى . فإنه فى غياب البورون حدث انخفاض فى كل من الإصابة بالقلب البنى ونشاط إنزيم catechol oxidase وذلك مع زيادة تركيز الفوسفور (Kawai وآخرون ١٩٩٣).

ويستدل من دراسات Kawai وآخرين (١٩٩٥) على أن توفير الكبريت للنبات يمنع الإصابة بالقلب البنى.

كذلك أدى رش نباتات الفجل بحامض الجبريلليك بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون إلى تقليل نسبة الإصابة بالقلب البنى، بينما أدى الرش باليونيكونازول uniconzaole بتركيز ١٠ أو ٢٠ جزءًا فى المليون إلى زيادة معدل الإصابة. وقد تبين أن محتوى الجذور من البولى فينولات ونشاط إنزيم catechol oxidase فيها نقصا عند المعاملة بحامض الجبريلليك، بينما ازدادا عند المعاملة باليونيكونازول. كذلك أدى التسميد بالسوبر فوسفات مع المعاملة بحامض الجبريلليك إلى خفض الإصابة بالقلب البنى بدرجة أكبر من الخفض الذى أحدثته أى من المعاملتين منفردة، وحدث الأمر ذاته بالنسبة للانخفاض الذى أحدثته معاملتا التسميد بالسوبر فوسفات والرش بحامض الجبريلليك على تركيز البولى فينولات ونشاط الإنزيم catechol oxidase، ولذا .. فقد أوصى بالاهتمام بالتسميد بالسوبر فوسفات مع الرش بحامض الجبريلليك لأجل تجنب حدوث ظاهرة القلب البنى (Kawai وآخرون ١٩٩٧).

الحصاد والتداول والتخزين

النضج والحصاد

تتوقف الفترة من الزراعة للحصاد على الصنف المستعمل، وموعد الزراعة. فيستغرق الصنف البلدى من ٢٥-٣٠ يومًا صيفًا، ونحو ٤٥ يومًا شتاءً، بينما تصل جذور الأصناف الأجنبية إلى الحجم المناسب للحصاد بعد ٢٥-٨٠ يومًا. ولا تقلع جذور الفجل إلاّ بعد أن تصل إلى الحجم المناسب للاستهلاك، باستثناء الفجل البلدى الذى يزرع صيفًا، والذى يحصد مبكرًا قبل أن يزهر، وتستعمل أوراقه.

ويؤدى تأخير الحصاد عن الموعد المناسب إلى إحداث التغيرات التالية:

١ – تشقق الجذور، وتفلقها.

٢ – تجوف الجذور خاصة فى الأصناف ذات الجذور الكروية.

٣ – ازدياد ظاهرة الجذور الإسفنجية المركز (ظاهرة الـ pithiness، أو التخويخ).

٤ – الزيادة الكبيرة فى الحجم عما يناسب ذوق المستهلك.

٥ – احتمال نمو الشماريخ الزهرية (Sims وآخرون ١٩٧٨).

هذا .. ويجرى الحصاد بجذب النبات يدويًا، أو آليًا. وتتوفر آلات تقوم بحصاد ١٤ خطًا دفعة واحدة بمعدل حوالى نصف طن فى الدقيقة. وتقوم الآلة بجذب النباتات من التربة، وقطع النوات الخضرية، ثم تفريغ الجذور فى سيارة نقل، تسير بمحاذاة آلة الحصاد فى الحقل.

التداول

تجرى على الفجل عمليات الغسل، والفرز، لاستبعاد الجذور المصابة بالأمراض والمتشققة، والتدريج، ثم الربط فى حزم. ومن الأهمية بمكان .. إجراء عملية التبريد الأولى إلى ٤°م بطريقة الرش، أو الغمر فى الماء البارد hydrocooling قبل تخزينها على درجة الصفر المئوى.

ويمكن الحد من الإصابة بالعيب الفسيولوجى البقع السوداء black spot الذى يظهر أثناء التخزين – وذلك بغسيل الجذور فى ماء مكلور.

ويمكن الرجوع إلى Murray (١٩٧٧) بخصوص مواصفات رتب الفجل المعمول بها فى الولايات المتحدة.

التخزين

تخزن جذور الفجل – فى أكياس بلاستيكية – على درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية من ٩٥–١٠٠٪. أما النباتات الكاملة .. فإنها تخزن مع الثلج المجروش. وتتوقف فترة التخزين على: الصنف، وطريقة التخزين؛ فالأصناف المبكرة تخزن بأوراقها لمدة أسبوع إلى أسبوعين، وبدون أوراقها لمدة ٣–٤ أسابيع، وتخزن الأصناف المتأخرة بحالة جيدة لمدة ٢–٤ أشهر. وتقل فترة التخزين بارتفاع درجة الحرارة عن الصفر المئوى (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

وعندما تكون حرارة التخزين أعلى عن الصفر المئوى فإن خفض نسبة الأكسجين فى هواء المخزن يفيد فى تقليل النمو النباتى القمى والجذرى كما يمكن تقليل النمو القمى كثيرًا بتقليم القمة النامية على بعد ملليمترات قليلة من الجذور، كذلك يفيد تقليم الجذور الرفيعة فى إطالة فترة تخزين الجذور المتدرنة (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

وقد أدى خفض تركيز الأكسجين في هواء المخزن حتى ٠,٥٪، وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون حتى ٢٠٪ عند تخزين الفجل بأوراقه على ١٢°م لمدة ٦ أو ١٢ يومًا إلى تثبيط اصفرار الأوراق ومنع نمو الجذور. كذلك ثبطت زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون ظهور الأعفان. هذا إلاّ أن خفض نسبة الأكسجين إلى ١٪ أو ٠,٥٪ أدى إلى ظهور تلون غير طبيعي بالجذور وإلى زيادة حالات العفن، كما أن خفض نسبة الأكسيجن إلى ٠,٥٪ أو زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون إلى ٢٠٪ – أو توفير كلا الأمرين معًا – أدى إلى ظهور طعم ونكهة غير مرغوبتين (Polderdijk & Boogaard ١٩٩٨).

وتعتبر جذور الفجل حساسة لأضرار التجمد، حيث يؤدى تجمد الجذور ثم تفككها إلى جعل الأنسجة المتأثرة شفّانية (نصف شفافة) trasnslucent. وفى الحالات الشديدة تصبح الجذور طرية، وتفقد الرطوبة بسرعة، وتذبل، كما ترشح الصبغة من الجذور الحمراء لتصبح فاقدة اللون (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

الأمراض والآفات ومكافحتها

يصاب الفجل بمعظم الأمراض والآفات التى تصيب الكرنب والتى تناولناها وطرق مكافحتها بالشرح تحت الكرنب فى الفصل الرابع.

الفصل العاشر

البنجر

تعريف بمحصول البنجر وأهميته

يعد البنجر أحد أهم محاصيل الخضــر التابعــة للعائلــة الرمراميــة Chenopodiaceae (أى عائلة البنجر beet family). ومن أسمائه العربية الشائعة: بنجر المائدة، والشمندر، والشوندر. ويســمى بالإنجليزيــة beet، و table beet، و garden beet. واسمــه العلمــى *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgris*.

تضم العائلة الرمرامية نحـو ١٠٠ جنـس، و ١٤٠٠ نـوع، معظمـها أعشـاب حوليـة، وبعضها ذو حولين، أو معمر. وتنمو بعض نباتاتها بـالقرب مـن شـواطئ البحـار، وتعـد كثير من الأنواع التابعة لها مقاومة للملوحة. الأزهار صغيرة خضــراء اللـون، غـير مميزة الأجزاء، وقد تكون كاملة، أو تكون النباتات وحيدة الجنس وحيدة المســكن، أو وحيـدة الجنس ثنائية المسكن. الزهرة خالية من البتلات. وتحتوى على ٣-٥ سـبلات منفصلـة، و ٣-٥ أسدية. المبيض علوى، ويتكون من حجرة واحدة. ويوجـد بكـل زهـرة مـن ١-٣ أقلام. التلقيح خلطى بالهواء.

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن البنجر هو أوروبا، وشمال أفريقيا، ويعد الشرق الأدنـى مركـزًا ثانويًـا لنشأة المحصول. وقد عرفه قدماء الإغريق، والرومان، ويعتقد أنه نشأ من بنجر البحر *B. maritima*. ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع البنجر لأجل جذوره التى تؤكل مسلوقة، وتستعمل فى إكساب المخللات لونـا أحمر جذابا. يحتوى كل ١٠٠ جم من جذور البنجـر علـى المكونـات الغذائيـة التاليـة:

٨٧,٣ جم رطوبة، ٤٣ سعرًا حراريًا، و ١,٦ جم بروتينًا، و ٠,١ جم دهونًا، و ٩,٩ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٨ جم أليافًا، و ١,١ جم رمادًا، و ١٦ مجم كالسيوم، و ٣٣ مجم فوسفورًا، و ٠,٧ مجم حديدًا، و ٦٠ مجم صوديوم، و ٣٣٥ مجم بوتاسيوم، و ٢٥ مجم مغنيسيوم، و ٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٣ مجم ثيامين، و ٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، ٠,٤ مجم نياسين، و١٠ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن البنجر يعد من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، والمتوسطة في محتواها من المواد الكربوهيدراتية، ولكنه يعد فقيرًا في محتواه من العناصر الغذائية الأخرى.

كذلك يحتوى البنجر (مقارنة بالخضروات الأخرى، مثل: الجزر، والفاصوليا الخضراء، والقنبيط، والأسبرجس، والخيار، والباذنجان، والفلفل، والبسلة الخضراء، والكوسة، والبطاطا) على تركيزات عالية نسبيًا من حامض الفوليك (فيتامين ب، B_9) الحر والمرتبط سواء أكان البنجر طازجًا أم مطهيًا. وقد تراوحت تقديرات الحامض (على أساس الوزن الطازج) بين ٣٢,٤،و ٨٨,٧ ميكروجرام/١٠٠ جم في صورته الحرة، وبين ٥٢، و ١١٨ ميكروجرام/ ١٠٠ جم بالنسبة لمحتواه الكلى. وبذا .. فإن بنجر المائدة يعد من أهم محاصيل الخضر كمصدر لهذا الحامض الذى يعتبر واحدًا من العشرة فيتامينات الرئيسية التى يحتاجها الإنسان فى غذائه (Wang & Goldman ١٩٩٦، و ١٩٩٧أ).

ويزيد تركيز حامض الفوليك الحر فى النموات الورقية عما فى الجذور، كما يزداد تركيز الحامض بزيادة عمر النباتات من ٦٠ إلى ١٠٠ يوم بعد الزراعة. وقد كانت تلك الزيادة خطية فى الجذور، بينما كانت الزيادة فى الأوراق حادة بين اليوم الستين واليوم الثمانين بعد الزراعة، ثم انخفضت بشدة بعد ذلك فى اليوم المئة (Wang & Goldman ١٩٩٧ب).

كذلك يستعمل البنجر كمصدر طبيعى للصبغات الأنثوسيانينية الحمراء، وقد تناولنا موضوع صبغات البنجر بالشرح تحت فسيولوجى المحصول.

الأهمية الاقتصادية

كانت المساحة المزروعة بالبنجر فى مصر فى عام ٢٠٠٠ حوالى ٥٩ فدانًا، بمتوسط

إنتاج قدره ١١ طنًّا للفدان، وكانت كل المساحة المزروعة في العروة الشتوية (الإدارة المركزية للبساتين والمحاصيل الحقلية – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ٢٠٠١).

الوصف النباتى

البنجر نبات عشبى ذو موسمين للنمو. يكمل النبات نموه الخضرى فى موسم النمو الأول، ثم يتجه نحو الإزهار فى موسم النمو الثانى، وذلك بعد أن يحصل على حاجته من البرودة (معاملة الارتباع) .. ويعد البنجر نباتًا ذا حولين فى المناطق الشديدة البرودة التى يتوقف فيها النمو النباتى خلال فصل الشتاء.

الجذور

ينمو الجذر الأولى للنبات بمعدل يزيد عن ٢,٥ سم يوميًّا، لمدة ثلاثة شهور ونصف إلى أن يتعمق لمسافة ٣ أمتار. وينمو فى الستين سنتيمترًا العلوية من التربة نوعان من الجذور الجانبية. يكون النوع الأول شديد التفرع، وقصيرًا، وبأعداد كبيرة، ويملأ التربة بشكل مخروطى، يبلغ قطره عند السطح ٤٥ سم؛ حيث تنمو الجذور فى صفوف على جانبى الجذر الرئيسى، وتتعمق لمسافة ٦٠ سم. أما النوع الثانى .. فيتكون من أفرع جذرية قوية، تنمو مختلطة بالأفرع الجذرية القصيرة. تنمو الأفرع القوية أفقيًّا، أو عموديًّا، ويصل امتدادها الجانبى إلى مسافة ١٢٠ سم، والرأسى إلى عمق ٩٠–١٨٠ سم. أما بعد الستين سنتيمترًا العلوية من التربة .. فإن معظم الأفرع الجذرية تنمو رأسيًّا، ولا يزيد نموها الجانبى عن ٣٠ سم، وتشكل – مع الجذر الرئيسى – مجموعًا جذريًّا نشطًا فى أعماق التربة.

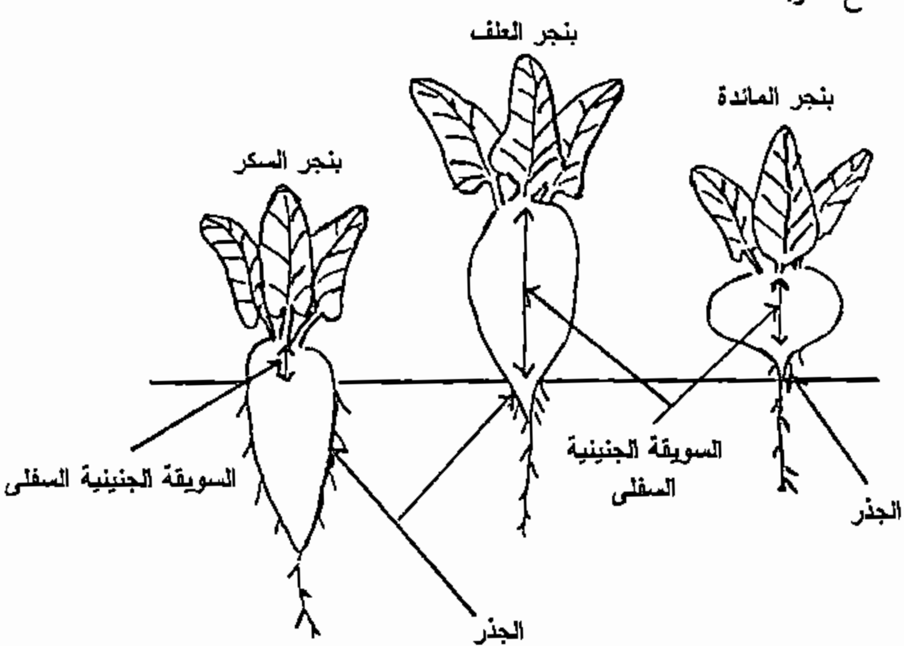
ويتكون المجموع الجذرى فى مرحلة الإزهار من ٤٠–٦٠ جذرًا ليفيًّا، تنشأ على المنطقة السفلى من الجزء المتضخم، وعلى بقايا الجذر الأولى. تنتشر هذه الجذور لتملأ مسافة ٩٠ سم حول النبات (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

يختلف شكل الجزء المتضخم المستعمل فى الغذاء حسب الصنف؛ فمنه المنضغط (المبطط Oblate)، والكروى، والمطاول، والمستدق. ويتكون هذا الجزء من تاج crown، ورقبة neck، وجزء سفلى. يعتبر التاج بمثابة ساق قصيرة، تخرج منها مجموعة

متزاحمة من الأوراق فى موسم النمو الأول، تترك عند اكتمال نموها وموتها ندبة على جانب التاج. وتشكل الرقبة بقايا السويقة الجنينية السفلى، و يوجد معظمها فوق سطح التربة، وتكون السويقة الجنينية السفلى مع الرقبة الجزء الأكبر العلوى من الجزء المتضخم. أما الجزء السفلى منه .. فينشأ من الجزء العلوى من الجذر الأولى، الذى تخرج منه الجذور الجانبية فى صفين.

يختلف كذلك لون الجزء المستعمل فى الغذاء حسب الصنف، ومرحلة النضج، والعوامل البيئية، مثل: درجة الحرارة، وقوام التربة، ومستوى التغذية، ويتباين اللون الخارجى من الأحمر المائل إلى البرتقالى، إلى الأحمر القرمزى القاتم. كما يتابين اللون الداخلى من الأحمر الفاتح إلى الأحمر القاتم.

ويوضح شكل (١٠-١) مقارنة بين بنجر المائدة، وبنجر العلف (mangel)، وبنجر السكر من حيث نسبة السويقة الجنينية السفلى إلى الجذر، ومدى ظهوره الجزء المتضخم على سطح التربة.



شكل (١٠-١): مقارنة بين بنجر المائدة، وبنجر العلف، وبنجر السكر من حيث نسبة السويقة الجنينية السفلى إلى الجذر، ومدى ظهور الجزء المتضخم فوق سطح التربة.

وتظهر فى القطاع العرضى للجزء المستعمل فى الغذاء الأنسجة التالية من الخارج إلى الداخل: البشرة ثم القشرة – وهى طبقة رفيعة – ثم حلقات النمو growth rings، وهى حلقات متبادلة من الأنسجة الوعائية والأنسجة الخازنة. وتكون حلقات الأنسجة الخازنة أعرض نسبيًّا وأقتم لونًا من حلقات الأنسجة الوعائية. ويعرف هذا الاختلاف فى اللون باسم التمنطق zoning (Ware & McCollum ١٩٨٠).

وعندما يكون عمر البادرة حوالى ١٠ أيام ويظهر بها أول زوج من الأوراق الحقيقية، فإن الخلايا البرانشيمية التى توجد بين الخشب واللحاء الأوليين تصبح ميرستيمية (إنشائية)، ويتكون منها الكامبيوم الأولى؛ الذى يعطى بدوره خشبًا ولحاءً ثانويين. ويستمر الكامبيوم الأولى فى النمو لفترة؛ ليبدأ بعدها الكامبيوم الثانوى فى النشاط. وفى البادرة الصغيرة تكون أولى خلايا اللحاء مجاورة للطبقة المحيطة (البيريسكيل)، وينفصل اللحاء التالى (الميتافلوم) الذى يتكون بعد ذلك – عن الطبقة المحيطة بطبقة واحدة من الخلايا الإنشائية للكامبيوم (بروكامبيوم). تزداد خلايا هذه الطبقة فى الحجم وتنقسم؛ لتعطى طبقة متزايدة فى السمك من الخلايا البرانشيمية بين الطبقة المحيطة واللحاء. ولا تكون هذه الطبقة البرانشيمية متجانسة السمك، ويرجع ذلك – جزئيًّا – إلى أن انقسام خلايا اللحاء الأولى البرانشيمية يؤدى إلى حصر بعض المجموعات اللحائية قريبًا من الطبقة المحيطة. وسريعًا بعد ذلك .. يؤدى الانقسام المحيطى لبعض خلايا هذه الحلقة إلى تكوين الكامبيوم الثانوى، وتلك هى طريقة النمو التى تميز كلا من الجذر والجزء السفلى من السويقة الجنينية السفلى، أما فى الجزء العلوى منها (من السويقة الجنينية السفلى) فإن الكامبيوم ينشأ بكاملة من الطبقة المحيطة، وأما الجزء الوسطى منها فتظهر فيه مراحل انتقالية بينهما.

وينشأ بيريدرم جذر البنجر من الطبقة المحيطية، ويبدأ تكوينها فى مرحلة ظهور الزوج الخامس من الأوراق؛ الأمر الذى يتزامن مع فترة تكوين الكامبيوم الثانوى، وتلاشى القشرة الأولية. ويحدث ذلك بانقسام خلايا البيريسيكل وتحولها إلى شريط من نسيج ميرستيمى يعرف باسم فللوجن phellogen أو الكامبيوم الفلينى cork cambium، ينشأ منه خلايا فلينية cork cells نحو الخارج، وخلايا الفللودرم phelloderm نحو الداخل، ويكون عدد خلايا الفللودرم أقل من عدد الخلايا الفلينية لأن الأخيرة تنسلخ

وتسقط باستمرار ولابد من أن تحل خلايا جديدة محل الخلايا المنسلخة. ويكوّن البيريدرم غطاء رقيقًا بتشكل من حوالى ٥–٨ طبقات من الخلايا. وتكون خلايا البيريدرم رقيقة ومسوبرة باستثناء الصفيحة الوسطى التى تكون ملجننة (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

الساق والأوراق

تكون ساق البنجر قصيرة جدا فى موسم النمو الأول، وتخرج عليها الأوراق متزاحمة وينمو فى موسم النمو الثانى شمراخ زهرى أو أكثر من منطقة التاج، يصل ارتفاعه إلى ٦٠–١٢٠ سم. لا يكون الشمراخ الزهرى قائما كما فى الجزر واللفت، بل يميل إلى أسفل، خاصة عند ازدياد ثقل البذور بعد نضجها.

عنق الورقة طويل، والنصل مثلث، أو بيضاوى طويل، وحافته مسننة. ويزيد سمك العنق، وعرض النصل فى الجو البارد. يتراوح لون النصل من الأخضر الفاتح إلى الأحمر القاتم أو القرمزى، حسب الصنف والعوامل البيئية. ويظهر اللون الأحمر، أو القرمزى بدرجة أكبر عادة فى العرق الوسطى وتفرعاته بنصل الورقة.

الأزهار

تحمل الأزهار فى نورات كبيرة. ويبدأ الإزهار من قاعدة النورة إلى أعلى، وتنضج البذور بنفس الترتيب أيضا. وأزهار البنجر جالسة تقريبًا، وتحمل مفردة غالبًا، وإن كانت تحمل أحيانًا فى مجاميع من ٢–٣ أزهار فى آباط قنابات على محور النورة، وفروعها. الزهرة صغيرة خالية من البتلات، ولها كأس صغير يتكون من خمس سبلات خضراء منفصلة، وبها خمس أسدية، تتفتح متوكها طوليًّا.

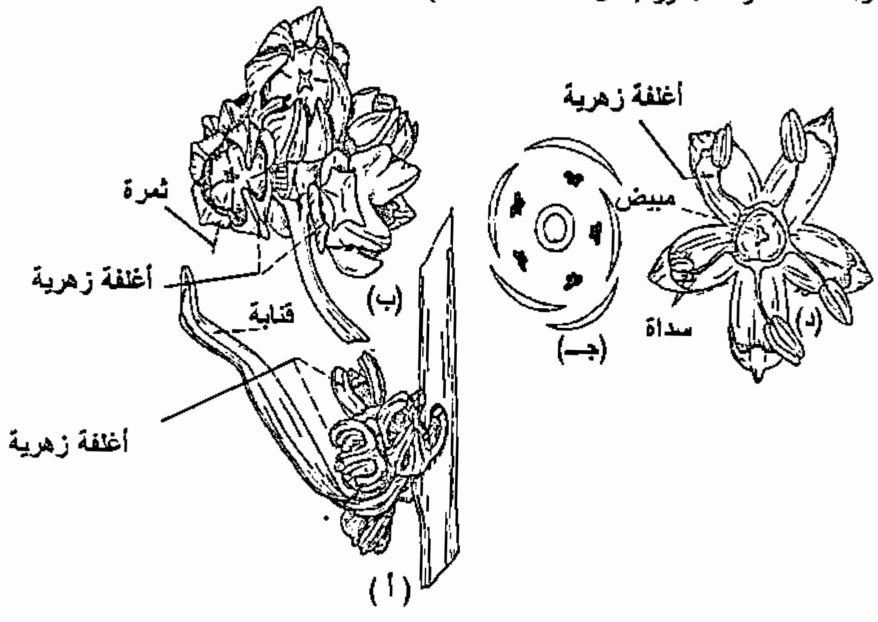
ويتكون المبيض من ثلاث كرابل ملتحمة، وقلم واحد، وثلاثة مياسم (شكل ١٠–٢) (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

التلقيح

لا يكون الميسم مستعدًا لاستقبال حبوب اللقاح وقت تفتح الزهرة. تتفتح الزهرة فى الصباح، وتنتثر حبوب اللقاح قبل الظهر، وتتفتح فصوص الميسم تدريجيًّا بعد الظهر،

ولكن لا يكتمل تفتحها قبل اليوم الثانى – وأحيانًا – اليوم الثالث من تفتح الزهرة. وتكون المتوك قد توقفت – حينئذ – عن إنتاج حبوب اللقاح. وتبقى فصوص الميسم – بعد تفتحها – قادرة على استقبال حبوب اللقاح، لمدة تزيد عن أسبوعين.

التلقيح فى البنجر خلطى، وتنتقل حبوب اللقاح لمسافات بعيدة بواسطة الهواء. وقد أمكن جمع حبوب اللقاح من ارتفاع خمسة كيلومترات فوق حقول البنجر. كما أن بعض الحشرات – مثل: التربس، والنحل – تزور أزهار البنجر أحيانًا. وربما كان للنحل دور فى زيادة محصول البذور (McGregor ١٩٧٦).



شكل (١٠–٢): زهرة البنجر: (أ) تجمع من الأزهار فى محور قنابة، (ب) الثمرة المركبة بعد تكونها من تجمع الأزهار، (جـ) المسقط الزهرى، (د) تركيب الزهرة (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

الثمار والبذور

إن ثمرة البنجر متجمعة aggregate، وتتكون نتيجة لالتحام مجموعة من الأزهار بمحيطاتها الزهرية حتى نضج البذور. ويؤدى جفاف الأعضاء الزهرية الملتصقة ببعضها البعض إلى تكوّن كتلة غير منتظمة الشكل، شبه فلينية، تعرف باسم "كرة البذور" seed

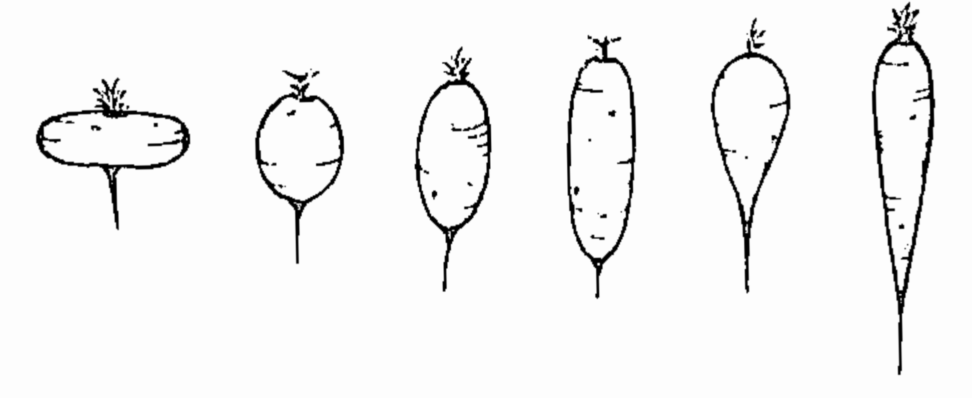
ball. تحتوى الثمرة الواحدة على ٢-٦ بذرات حقيقية كلوية الشكل، ولونها بنى مائل إلى الأحمر، ويبلغ طول كل منها حوالى ٣ مم (شكل ١٠-٢).

وقد تمكن مربو بنجر السكر (وهو يتبع نفس النوع النباتى الذى يتبعه بنجر المائدة) من إنتاج أصناف توجد بثمارها بذرة واحدة (monogerm) نتيجة لعدم التصاق الأزهار ببعضها البعض عند تكوّن الثمار. ولهذه الصفة أهمية زراعية كبيرة، حيث جعلت من الممكن زراعة البنجر على المسافات المرغوبة دون الحاجة إلى إجراء عملية الخف المكلفة. وقد أمكن نقل هذه الصفة من بنجر السكر إلى بعض أصناف بنجر المائدة، إلاّ أن غالبية الأصناف مازالت ثمارها عديدة البذور (multigerm).

الأصناف

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم أصناف البنجر حسب التبكير فى النضج إلى: مبكرة، ومتوسطة، ومتأخرة، وحسب شكل الجذور إلى: طويلة، وقمعية، وأسطوانية، وبيضاوية، وكروية، ومضغوطة (مبططة، أو لفتية) (شكل ١٠-٣).



شكل (١٠-٣): أشكال الجذور فى البنجر .. من اليمين إلى اليسار: طويل long، وقمعى conical، وأسطوانى cylindrical، وبيضاوى oval، وكروى globe، ومضغوط (مبطط، أو لفتى) oblate

وتوفر الأصناف ذات الجذور الأسطوانية كفاءة أكبر عند إنتاج شرائح البنجر المخصص لأغراض التصنيع، حيث تكون على درجة عالية من التجانس، ولكن يعيب

معظم هذه الأصناف أن طعم جذورها يكون "ترابيًا" earthy، كما أن جذورها تتباين في الحجم تحت ظروف النمو المختلفة، بما يذهب بميزة التجانس عند تقطيعها إلى حلقات.

كما تقسم أصناف البنجر حسب الاستعمال، وشكل الجذور ولونها، كما يلي:

١ – بنجر المائدة table beets .. يقسم حسب شكل الجذور ولونها كما يلي:

أ – الجذور مبططة flat:

(١) الجذور حمراء كما في Flat Egyptian.

(٢) الجذور صفراء، كما في Burpee Golden.

ب – الجذور لفتية الشكل top:

(١) الجذور حمراء فاتحة اللون، كما في Light Red Crosby.

(٢) الجذور حمراء، كما في Crosby Egyptain.

(٣) الجذور حمراء فاتحة اللون، كما في Early Wonder.

(٤) الجذور صفراء، كما في Yellow Turnip.

جـ – الجذور كروية globe:

(١) الجذور حمراء، كما في Detroit Dark Red، و Pacemaker.

(٢) الجذور صفراء، كما في Yellow Tankard.

د – الجذور طويلة elongate أو أسطوانية:

(١) الجذور حمراء، كما في Long Dark Blood، و Cylindra.

(٢) الجذور صفراء، كما في Long Yellow.

(٣) الجذور سوداء، كما في Long Black.

٢ – بنجر "الحزم" bunching beets .. تزرع لأجل أوراقها وجذورها، وتكون جذورها غالبًا مبططة وحمراء اللون، ومن أمثلتها Green Top Bunching.

٣ – بنجر التعليب canning .. تزرع لأجل جذورها كاملة، وتكون جذورها صغيرة كروية وحمراء، ومنطقة التاج فيها صغيرة، ومن أمثلتها Ruby Queen.

كذلك تقسم أصناف البنجر حسب الغرض من زراعتها، أهي للتصنيع، أم للاستهلاك الطازج، أم أنها تزرع لأجل أوراقها.

ومن أهم أصنافها التصنيع، ما يلي:

Ruby Ball	Detroit Short Top
Red Ace (هجين)	Scarlet Supreme
Pacemaker (كروى)	Big Red (كروى)
Cyndor (أسطوانى)	Forono (أسطوانى) (شكل ١٠-٤، يوجد فى آخر الكتاب)
Warrior (هجين)	Cylindra (أسطوانى)

ومن أهم أصناف الاستهلاك الطازج، ما يلي:

Ruby Queen	Detroit (بكل سلالاته)
Firchief	Charlotte
Pablo	Honey Red
Pacemaker	Red Ace (هجين)
Warrior (هجين)	Ivax (monogerm ذو بذرة واحدة بالثمرة)
Gladiator	Globe Dark Red

ومن أصناف البنجر التى تزرع لأجل أوراقها، ما يلي:

Winter Keeper	Crosby's Greentop

ومن أصناف البنجر غير العادية اللون، ما يلي:

Long Yellow (أصفر طويل)	Burpee Golden (أصفر كروى)
Albino (أبيض كروى)	Snowhite (أبيض كروى)

وقد تكون أصناف البنجر هجنًا hybrids أو مفتوحة التلقيح open-pollinated.

تتميز الأصناف الهجين بتجانسها، وقوة نموها، وبمقاومتها لبعض الأمراض، مثل تبقع الأوراق السركسبورى، ولكن يعاب عليها سرعة تعديها لمرحلة النمو المناسبة للحصاد إذا ما تأخر الحصاد لأى سبب كان.

مواصفات الأصناف

من أهم أصناف البنجر ما يلي:

١ – كروسبس إجيبتشيان Crosby's Egyptian:

ينضج بعد نحو ٦٠ يومًا من الزراعة. الجذور لفتية الشكل، جانبها العلوى مسطح، ولونها الداخلى أحمر قرمزى، وبها تباين خفيف فى لون حلقات النمو.

٢ – ديترويت دارك رد Detroit Dark Red:

ينضج بعد نحو ٧٠ يومًا من الزراعة. الجذور كروية الشكل. لونها الداخلى أحمر قاتم، ولا يظهر بها تباين فى لون حلقات النمو، وصفاتها ممتازة.

٣ – ديترويت امبروفد Detroit Improved:

ينضج بعد ٩٠ يومًا من الزراعة. الجذور كروية الشكل، لونها الداخلى أحمر أرجوانى، ولا يظهر بها تباين فى لون حلقات النمو.

٤ – بيربيز رد بول Burpee's Red Ball:

الجذور لفتية الشكل، لونها الداخلى أحمر قاتم، ولا يظهر بها تباين فى حلقات النمو. نجحت زراعته فى الجيزة.

٥ – أزجرو وندر Asgrow Wonder:

النمو الخضرى كبير، الجذور كروية الشكل، لونها الداخلى أحمر قاتم، ويظهر تباين خفيف فى لون حلقات النمو. نجحت زراعته وكان مبشرًا (أبحاث غير منشورة للمؤلف).

٦ – ديترويت روبيدوس:

صنف مبكر ذو جذوره كروية، وناعمة الملمس، ولونها الداخلى أحمر قاتم، تختفى فيها حلقات النمو، ويناسب الاستهلاك الطازج (شكل ١٠–٥، يوجد فى آخر الكتاب).

٧ – ديترويت نيرو :

صنف متوسط فى موعد النضج، ويتشابه مع الصنف ديترويت روبيدوس فى صفات الجذور، ويناسب الاستهلاك الطازج والتصنيع.

٨ – سلندرا:

صنف متأخر النضج، وجذوره أسطوانية الشكل ناعمة الملمس، ولونها الداخلى أحمر قاتم، ويناسب الاستهلاك الطازج والتصنيع.

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف البنجر .. يراجع Wehner (١٩٩٩).

التربة المناسبة

يزرع البنجر فى كل أنواع الأراضى تقريبا، ولكنه يجود فى الأراضى الطميية السلتية الجيدة الصرف، حيث يكون المحصول فيها عاليًا. وتلك هى أنسب الأراضى لإنتاج محصول التصنيع الذى لا يهم فيه التبكير فى النضج. كما تعتبر الأراضى العضوية مثالية لإنتاج البنجر، لأنها رطبة ومفككة loose. وبالمقارنة .. فإن الأراضى الثقيلة لا تصلح لزراعة البنجر؛ لأنها تؤدى إلى تشوه الجذور.

ويعتبر البنجر أكثر محاصيل الخضر تحملاً لملوحة التربة ومياه الرى. ونتناول أهمية كلوريد الصوديوم بالنسبة للبنجر تحت موضوع فسيولوجى المحصول. ويتراوح pH التربة المناسب للبنجر من ٥,٨-٧، وهو يعد من أكثر محاصيل الخضر تحملاً للملوحة فى التربة وماء الرى.

العوامل الجوية

على الرغم من تحمل البنجر لدرجات الحرارة المعتدلة الارتفاع إلا أنه يجود فى الجو المائل للبرودة (حوالى ١٥°م) وخاصة فى النصف الثانى من حياة النبات. وتتهيأ نباتات البنجر للإزهار لدى تعرضها لحرارة منخفضة، ثم تتجه نحو الإزهار عند ارتفاع درجة الحرارة فيما بعد.

مواعيد الزراعة

إن أنسب موعد لزراعة البنجر فى مصر من سبتمبر إلى الأسبوع الأول من نوفمبر، إلاّ أنه يزرع عادة من أغسطس حتى فبراير، وتمتد زراعته طوال العام فى المناطق الساحلية والمعتدلة. ويكون المحصول – عادة – منخفضًا فى الزراعات المتأخرة التى تسودها درجات حرارة منخفضة فى ديسمبر ويناير. أما عند تأخير الزراعة حتى فبراير .. فإن النباتات تتعرض للبرودة فى بدء حياتها؛ فتتهيأ للإزهار، ثم تزهر عند ارتفاع درجة الحرارة وزيادة طول النهار نسبيًّا فى شهر أبريل. ويؤدى الإزهار إلى جعل الجذور صغيرة الحجم، وفاتحة اللون.

طرق التكاثر والزراعة

التقاوى ومعاملتها

يتكاثر البنجر بالبذور (توجد البذور الحقيقية داخل كرات البذور seed balls)، أو الثمار الحقيقية، التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة، ويلزم لزراعة الفدان حوالى ٤-١٢ كجم من البذور حسب طريقة وكثافة الزراعة.

يحتوى كل جرام واحد من بذور البنجر على حوالى ٥٧ بذرة فى المتوسط، وتدرج البذور حسب حجمها لتسهيل معايرة آلات الزراعة، وأفضل حجمان، هما رقما ٩، و ١٠ (بقطر ٩/٦٤، و ١٠/٦٤ من البوصة، أى حوالى ٢,٧، و ٢,٥ مم على التوالى) وهى التى يحتوى كل جرام منها على حوالى ٦٢، و ٧٠ بذرة على التوالى.

ويجب أن تعامل بذور البنجر قبل الزراعة بأحد المبيدات الفطرية المناسبة لتقليل أضرار الإصابة بالذبول الطرى.

ويلاحظ أن بادرات البنجر تظهر فوق سطح التربة على مدى فترة زمنية طويلة؛ مما يجعل من الصعب إنتاج جذور متجانسة فى الحجم. وقد وجد Khan & Taylor (١٩٨٦) أن إضافة البوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ polyethyleneglycol 8000، بمعدل ١,١٠-٣,٩٥ مجم لكل كرة بذور مغلّفة أدت إلى تحسين الإنبات وزيادة المحصول، بالمقارنة بزراعة عدد مماثل من كرات البذور المغلّفة وغير المعاملة.

طرق الزراعة

تزرع البذور (أو الثمار الحقيقية) فى أحواض مساحتها ٢ × ٢م، أو ٣ × ٣م نثرًا، أو فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٢٥ سم. وقد تزرع على ريشتى خطوط بعرض ٥٠-٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢-١٤ خطًّا فى القصبتين) فى الثلث العلوى من ريشة الخط. وتكون الزراعة فى أى من الطريقتين على عمق ١,٥ سم.

وقد تزرع البذور على مسافة ١,٥-٢سم من بعضها البعض فى سطور تبعد عن بعضها بمقدار ٤٥-٦٠ سم. ويلزم تواجد حوالى ١٥-٣٠ بادرة فى كل قدم طولى (٣٠ سم) من خط الزراعة.

كثافة الزراعة وأهميتها

تؤثر كثافة الزراعة تأثيرًا كبيرًا على معدل النمو النباتى، وأحجام الجذور المنتجة، وموعد الحصاد، وكمية المحصول كما تتباين الكثافة المناسبة باختلاف الغرض من الزراعة وشكل جذور الصنف، كما يلى:

١ – تؤدى زيادة كثافة الزراعة إلى بطء وصول الجذور إلى مرحلة النمو المناسبة للحصاد. ويتناسب المحصول مباشرة مع كثافة الزراعة وعدد الأيام من الزراعة حتى الحصاد.

٢ – يمكن عن طريق التحكم فى كثافة الزراعة التحكم فى موعد الحصاد لأجل الحصاد الآلى بغرض التصنيع؛ فمثلاً .. يمكن جعل الحصاد مبكرًا بجعل الكثافة النباتية ١٥–٢٠ بادرة فى كل ٣٠ سم طولى، ومتوسطًا أو متأخرًا بجعل الكثافة النباتية ٢٠–٢٥، أو ٢٥–٣٠ بادرة فى كل ٣٠ سم طولى، على التوالى.

٣ – أما الحقول التى تزرع لأجل الاستهلاك الطازج فإن النباتات يجب أن تكون على مسافة ٥–٧,٥ سم من بعضها البعض فى الخط، ويكفى لذلك حوالى ٤ كجم من البذور لزراعة فدان.

٤ – تُنتج جذور البنجر الصغيرة جدًّا baby beets (تعبأ كاملة عند تصنيعها) بتقليل المسافة بين خطوط الزراعة إلى ٢٥–٣٥ سم، مع زيادة كثافة الزراعة إلى ٣٠–٣٥ نبات فى كل قدم طولى (٣٠ سم) من الخط.

٥ – يزداد محصول جذور البنجر من الحجم المرغوب فيه (بقطر ٢٥–٥٠ مم) من الأصناف ذات الجذور الكروية لأجل التصنيع فى كثافة الزراعة العالية (حتى ٢٠٠ نبات/م^{2})، وتعد المسافة بين النباتات فى الخط أكثر أهمية فى هذا الخصوص عن المسافة بين الخطوط. هذا .. ويزداد قطر جذور تلك الأصناف مع نقص كثافة الزراعة؛ الأمر الذى يقلل من محصولها الاقتصادى (عن Goldman ١٩٩٥).

٦ – أما فى الأصناف ذات الجذور الأسطوانية فقد ازداد فيها المحصول، ونسبة الجذور الصالحة للحصاد، وطول الجذور، والقطر الأوسط للجذور، وقيم الطول × القطر فى الزراعة المنخفضة الكثافة (Goldman ١٩٩٥).

عمليات الخدمة

الخف

ترجع أهمية عملية الخف إلى أن البذور المستخدمة فى الزراعة هى – فى واقع الأمر – ثمار متجمعة تحتوى كل منها على ٢–٦ بذور حقيقية. تجرى عملية الخف عادة بعد حوالى ٣ أسابيع من الزراعة، وتزال فيها النباتات المتزاحمة بحيث تكون النباتات المتبقية على مسافة ٥–١٠ سم من بعضها البعض. وقد يؤخر الخف إلى أن تصبح بعض الجذور كبيرة، وصالحة للاستهلاك حيث تخف وتسوق، وتترك الجذور الصغيرة لتكبر. ولا تجرى عملية الخف عادة عند زراعة البنجر لغرض التصنيع؛ وذلك بسبب ارتفاع تكاليفها، ويراعى فى هذه الحالة الاهتمام بكثافة الزراعة.

العزيق ومكافحة الحشائش

إن الغرض من العزيق فى حقول البنجر هو التخلص من الحشائش. ولا يكوّم التراب حول النباتات فى أثناء العزيق. ويجب أن يكون العزيق سطحيًا؛ نظرا لأن معظم جذور البنجر توجد على عمق ٥ سم، ويضرها العزيق العميق، ويجب تجنب العزيق إلا وقت الضرورة.

ومن أهم مبيدات الحشائش التى تستعمل فى حقول البنجر ما يلى:

أ – إى بى تى سى Eptc (مثل إبتام Eptam):

يستعمل قبل الزراعة بمعدل ٢ كجم للفدان، ويفيد فى مكافحة الحشائش ذات الأوراق العريضة، والنجيليات.

ب – فينميديفام Phenmedipham (مثل بيتانال Betanal):

تعامل به الحقول بعد أن تصبح نباتات البنجر فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية، ويستعمل بمعدل ٠,٥–٠,٧٥ كجم للفدان. لا يجب استعماله قبل الحصاد بأقل من ٦٠ يومًا. يفيد فى مكافحة الحشائش العريضة الأوراق.

جـ – بيرازون Pyrazon (مثل بيرامين Pyramin):

يستعمل قبل الإنبات أو بعده بمعدل ١,٥–١,٧٥ كجم للفدان. يضاف إلى سطح التربة قبل أن يزيد نمو الحشائش عن ٢,٥ سم. يفيد فى مكافحة الحشائش العريضة الأوراق (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

الرى

يعد الرى المنتظم ضروريًّا لزيادة كمية المحصول وتحسين نوعيته، وذلك لأن العطش يؤدى إلى إبطاء النمو النباتى وصلابة الجذور. ويؤدى عدم انتظام الرى إلى تفرع المجموع الجذرى، بينما يؤدى الإفراط فى الرى إلى غزارة النمو الخضرى (على حساب النمو الجذرى)، وتأخر تكوين الجذور.

ويجب الرى بحرص حتى لا تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية فى بداية موسم النمو إلى زيادة معدلات الإصابة بالذبول الطرى. كما أن نقص الرطوبة الأرضية يمكن أن يعرض النباتات إلى زيادة مشكلة نقص البورون.

ويجب أن يكون الهدف من الرى قبل إنبات البذور هو المحافظة على عدم تكوين طبقة القشور السطحية crust التى تعيق إنبات البذور، مع عدم زيادة رطوبة التربة عما ينبغى لتجنب الإصابة بالذبول الطرى، ويتحقق ذلك بالرى الخفيف المتكرر. وبعد تلك المرحلة يجب أن يكون الهدف هو الرى كلما انخفضت رطوبة التربة إلى ٥٠٪ من سعتها الحقلية.

وتجدر الإشارة إلى أن نقص رطوبة التربة خلال مختلف مراحل النمو النباتى يُحدث نقصًا شديدًا فى المحصول، كما أن زيادتها عما ينبغى تزيد من الإصابات المرضية التى تسببها الفطريات. ويجب أن يكون الرى خلال النصف الثانى من حياة النبات فى الصباح الباكر للسماح بجفاف النموات الخضرية أثناء النهار.

التسميد

يتطلب إنتاج محصول مرتفع ذى نوعية جيدة من الجذور أن يكون النمو النباتى منتظمًا وسريعًا، ويستلزم ذلك العناية بتوفير العناصر الغذائية اللازمة للنباتات، فيعتبر البنجر من الخضر التى تستجيب جيدًا للتسميد الآزوتى، وللتسميد بأملاح المنجنيز. كما أنه يتطلب ويتحمل تركيزات عالية نسبيًّا من عنصرى: البورون، والصوديوم، ويفيد معه التسميد العضوى، خاصة فى الأراضى الرملية والثقيلة، حيث يعمل الدبال على توفير العناصر الغذائية، وجعل التربة الرملية أكثر قدرة على الاحتفاظ بالرطوبة، والتربة الثقيلة أكثر تفككًا. ونظرا لما تسببه الأسمدة العضوية من مشاكل كثيرة بالنسبة

للحشائش .. لذا فلابد وأن تكون تامة التحلل، أو أن تضاف إلى المحصول الذى يسبق البنجر فى الدورة.

أهمية العناصر السماوية واحتياجات النباتات منها

١ – النيتروجين:

يوصى بتسميد البنجر بحوالى ٧٥–١٠٠ كجم من النيتروجين للفدان حسب مدى خصوبة التربة. ويعد النيتروجين ضروريًا لإنتاج نمو خضرى قوى، يلزم لزيادة كفاءة الحصاد الآلى، حيث تمسك آلة الحصاد بالنباتات من نمواتها الخضرية.

٢ – الفوسفور:

يعد الفوسفور ضروريًا لزيادة قوة البادرات؛ ومن ثم حمايتها من الإصابة بالذبول الطرى.

٣ – البوتاسيوم:

يؤدى نقص البوتاسيوم إلى إنتاج جذور رفيعة لا يزيد سمكها عن الجذر الوتدى العادى إلاّ قليلاً.

وقد أدت إضافة كلوريد البوتاسيوم – مع توفر الفوسفور، بالقدر الكافى – إلى استمرار زيادة محصول بنجر المائدة من الجذور، حتى مع توفر مستويات عالية جدًا من البوتاسيوم الميسر فى التربة.

هذا .. ويمكن أن يحل الصوديوم – بنسبة عالية – محل البوتاسيوم، وللتفاصيل المتعلقة بهذا الأمر .. يراجع الموضوع تحت الفسيولوجى.

٤ – البورون:

إن من أهم أعراض نقص البورون ظهور الحالة الفسيولوجية التى تعرف بالتبقع الأسود الداخلى (يراجع الموضوع تحت الفسيولوجى).

ومن أهم الأعراض الأخرى لنقص العنصر ظهور تحلل شبكى فى السطح الداخلى المقعر لأعناق الأوراق، وفشل الأوراق غير المتكشفة فى التكشيف الطبيعى، وتحللها وموتها عادة، واكتساب الأوراق النامية مظهرًا شريطيًا، ولونًا أحمر قاتمًا. وقد تنمو

البراعم الساكنة التى توجد فى آباط الأوراق المسنة؛ مما يعطى البنجر مظهرًا متوردا (Walker ١٩٦٩، و Halbrooks & Peterson ١٩٨٦).

برنامج التسميد

يختلف برنامج تسميد البنجر باختلاف طريقة الرى المتبعة، كما يلى:

أولا: فى حالة الرى بالغمر

فى حالة إجراء الرى سطحيًا بطريقة الغمر فإن البنجر يسمد بنحو ١٥م[٣] من السماد العضوى للفدان، يضاف أثناء تجهيز الأرض قبل الزراعة، ويخلط معه حوالى ١٥٠كجم N (حوالى ١٥٠ كجم سلفات نشادر)، و ٣٠ كجم P_2O_5 (حوالى ٢٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى)، و ١٥ كجم K_2O (حوالى ٣٠ كجم سلفات بوتاسيوم، و٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم)، و١,٥ كجم بورون (١٥ كجم بوراكس) للفدان تكون إضافة هذه الأسمدة نثرًا مع خلطها جيدًا بالطبقة السطحية من التربة

ويستكمل برنامج التسميد أثناء النمو النباتى على النحو التالى:

١ بعد إنبات البذور بحوالى ٣ أسابيع يضاف ٣٥ كجم N (حوالى ١٠٠ كجم نترات نشادر)، و٢٠ كجم K_2O (حوالى ٤٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان.

٢ – بعد ذلك بنحو أسبوعين يضاف ٢٠ كجم N (حوالى ٧٥ كجم نترات نشادر)، و٤٠ كجم K_2O (حوالى ٨٠ كجم سلفات بوتاسيوم) للفدان.

وتضاف تلك الأسمدة نثرًا أو سرًا إلى جانب النباتات مع التغطية عليها بالتربة، وذلك حسب طريقة الزراعة المتبعة.

ثانيًا: فى حالة الرى بالرش

يتبع فى حالة الرى بالرش برنامج التسميد ذاته الموصى به فى حالة الرى بالغمر، ولكن مع مراعاة زيادة كميات الأسمدة التى تضاف أثناء النمو النباتى بنسبة ٢٥٪ وتجزئتها بحيث توزع على امتداد موسم النمو بداية من الأسبوع الثانى بعد الإنبات حتى قبل الحصاد بأسبوع بالنسبة للبوتاسيوم، وأسبوعين بالنسبة للنيتروجين، ومع مراعاة أن تكون أعلى معدلات للتسميد هى بعد الإنبات بخمسة أسابيع وسبعة أسابيع بالنسبة للنيتروجين والبوتاسيوم على التوالى.

ويلزم فى حالتى الرى بالغمر أو بالرش – إعطاء الحقل رشتان بأسمدة العناصر الدقيقة بعد حوالى ٣، و ٧ أسابيع من الإنبات.

ويتعين إعطاء عناية خاصة للتسميد بالبورون على النحو التالى:

١ – إضافة ١,٥–٢,٥ كجم بورون إلى التربة – نثرًا – أثناء إعداد الحقل للزراعة كما أسلفنا. ويكفى ذلك القدر إن لم تكن هناك مشاكل تتعلق بعدم تيسر البورون للنباتات.

٢ – رش النباتات مرتين إلى ثلاث مرات بالبورون بمعدل ٠,٥ كجم بورون فى ١٠٠–٤٠٠ لتر ماء للفدان عند بداية انتفاخ الجذور، وعندما يبلغ قطرها ٣,٥–٥ سم، ثم بعد ١٠–١٤ يومًا أخرى.

الفسيولوجى

أهمية الصوديوم للنبات

بداية .. لا يعد الصوديوم عنصرًا ضروريًّا للبنجر، ولكن النباتات تستفيد من تواجده، وخاصة عند نقص البوتاسيوم. وقد أظهرت دراسات عديدة التأثير المحفز للصوديوم على نمو نباتات البنجر ومحصول الجذور، ويستثنى من ذلك التأثير السلبى للملوحة على إنبات البذور ونمو البادرات الصغيرة، فقد انخفضت نسبة إنبات بذور بنجر المائدة من حوالى ٩٠٪ فى الكنترول إلى ٦١٪ عند زيادة تركيز كلوريد الصوديوم إلى ٥٠ مللى مولار، وإلى ٢١٪ عند تركيز ١٠٠ مللى مولار، كما ذبلت وماتت البادرات عندما تعرضت بصورة فجائية لأى من التركيزين (Uno وآخرون ١٩٩٦).

وتمتص نباتات البنجر أيونات الصوديوم، والبوتاسيوم، والكلورين بقدر يتناسب مع الكميات الميسرة من كل منها فى محيط الجذور خلال موسم النمو؛ بما قد يؤدى أحيانًا إلى زيادة تركيز تلك العناصر فى الجذور بدرجة كبيرة.

وقد تساوى محصول البنجر عندما إضيفت كميات متساوية من أى من كلوريد البوتاسيوم أو كلوريد الصوديوم (Peck وآخرون ١٩٨٧).

وأحدثت زيادة تيسر الصوديوم فى التربة – بإضافة كلوريد الصوديوم – زيادة خطية فى تركيز الصوديوم فى جميع أجزاء النبات. وقد كان تركيز الصوديوم فى أعناق

الأوراق وأنصالها فى منتصف موسم النمو دليلاً جيدًا على مستوى العنصر فى الجذور.

ووجد أن البنجر يستفيد من إضافة نحو ٢٥٠-٥٠٠ كجم من ملح الطعام للفدان فى الأراضى العضوية، والمعدنية فى المناطق الكثيرة الأمطار. وترجع الاستجابة إلى أيون الصوديوم فقط.

ولا ينصح - بطبيعة الحال - بالتسميد بكلوريد الصوديوم فى الأراضى القاحلة؛ لأنها تكون ملحية بطبيعتها.

كذلك أوضح Takahashi وآخرون (١٩٩٧) أن نمو نباتات البنجر كان طبيعيًّا - وأفضل مما فى معاملة المقارنة - عندما خُفِّض مستوى البوتاسيوم وزيد مستوى الصوديوم، بينما ظهرت أعراض نقص البوتاسيوم وقل النمو إلى النصف - مقارنة بالكنترول - عندما خُفِّض مستوى البوتاسيوم بغير زيادة فى مستوى الصوديوم. ويعنى ذلك أن توفر الصوديوم وامتصاصه عوض نقص البوتاسيوم، كما حل الصوديوم محل البوتاسيوم فى توفير الضغط الأسموزى اللازم فى السيتوبلازم.

وقد درس Subbarao وآخرون (١٩٩٥) المدى الذى يمكن الذهاب إليه فى إحلال الصوديوم محل البوتاسيوم (إحلال بنسبة صفر، و٧٥، و ٩٥، و٩٨٪) فى صنفين من البنجر، هما: Ruby Queen ، و Klein Bol نُميا لمدة ٤٢ يومًا مع استعمال محلول هوجلند المغذى بنصف قوته فى تقنية الغشاء المغذى. أظهرت الدراسة أن الوزن الكلى للصنف Ruby Queen كان أعلى ما يمكن عندما حل الصوديوم محل البوتاسيوم بنسبة ٩٨٪. وبالمقارنة .. نقص الوزن الكلى لنباتات الصنف Klein Bol بنسبة ٧٥٪ عندما كان الإحلال بنسبة ٩٨٪. وقد استبدل نحو ٩٥٪ من البوتاسيوم - فى كلا الصنفين - بالصوديوم، عندما كان الإحلال بنسبة ٩٨٪، حيث انخفض تركيز البوتاسيوم فى الأوراق من ١٢٠ جم /كجم وزن جاف عند صفر٪ صوديوم إلى ٣,٥جم/كجم وزن جاف عند نسبة إحلال ٩٨٪. هذا بينما لم يتأثر تركيز الكلوروفيل بالأوراق، ومعدل البناء الضوئى، والجهد الأسموزى - فى أى من الصنفين - بنسبة الإحلال. وقد تضاعف مستوى الجليسين بيتين glycine betaine فى الأوراق عند مستوى إحلال ٧٥٪ فى

الصنف Klein Bol، ولكنه انخفض فى مستويات الإحلال الأعلى من ذلك. وبالمقارنة .. استمر مستوى الجليسين بيتين فى الصنف Ruby Queen عاليًا فى مستويات الإحلال العالية.

وفى دراسة أخرى على نفس الصنفين (Klein Bol، و Ruby Queen) نُميًا تحت الظروف ذاتها (لمدة ٤٢ يومًا مع استعمال محلول هوجلند المغذى بنصف قوته فى تقنية الغشاء المغذى)، ولكن مع توفير البوتاسيوم بتركيز ٥,٠، أو ١,٢٥، أو ٠,٢٥، أو ٠,١٠ مللى مولار، والصوديوم – فى كل الحالات – بتركيز ٥٠ مللى مولار، وجد ما يلى:

١ – أدى خفض مستوى البوتاسيوم من ٥,٠ إلى ٠,١٠ مللى مولار إلى زيادة امتصاص الصوديوم بمقدار أربعة أضعاف، ووصل مستوى الصوديوم فى أنصال الأوراق إلى ٢٠ جزءًا فى المليون على أساس الوزن الجاف

٢ – رافق ذلك انخفاض فى مستوى البوتاسيوم فى أنصال الأوراق من ٦٠ جزءًا فى المليون (على أساس الوزن الجاف) عند تركيز للبوتاسيوم قدره ٥,٠ مللى مولار إلى ٤,٠ أجزاء فى المليون عند تركيز ٠,١٠ مللى مولار.

٣ – أظهر الصنف Klein Bol نقصًا خطيًا فى إنتاج المادة الجافة مع النقص فى البوتاسيوم الميسر، بينما ازداد النمو فى الصنف Ruby Queen عند تركيز ١,٢٥ مللى مولار للبوتاسيوم، وكان غير حساس نسبيًا لاستمرار نقص البوتاسيوم حتى ٠,١٠ مللى مولار.

٤ – لم يتأثر محتوى الأوراق من الجليسين بيتين بتغير مستوى البوتاسيوم فى المحلول المغذى.

٥ – ازداد محتوى الأوراق النسبى من الماء والجهد الأسموزى بها جوهريًا فى كلا الصنفين فى المستويات المنخفضة من البوتاسيوم الميسر.

٦ – انخفض محتوى الأوراق من الكلوروفيل جوهريًا فى المستويات المنخفضة من البوتاسيوم، ولكن لم يتأثر معدل البناء الضوئى فيها جوهريًا.

٧ – لم تلاحظ تغيرات كبيرة فى تركيز الكاتيونات الكلى فى الأنسجة النباتية على الرغم من التغيرات الكبيرة التى حدثت فى معدل الامتصاص النسبى لكل من الصوديوم والبوتاسيوم عند مختلف تركيزات البوتاسيوم.

٨ – بلغ امتصاص الصوديوم ٩٠٪ من الكاتيونات الكلية المتصة فى المستويات المنخفضة من البوتاسيوم، بما يعنى أن الصوديوم حل محل البوتاسيوم فى الوظائف الأسموزية دون التأثير سلبيًا على النبات أو حالته المائية.

٩ – كان الصنف Ruby Queen أكثر تحملاً عن الصنف Klein Bol لزيادة تركيز الصوديوم فى أنسجته قبل أن يظهر عليه أى نقص فى النمو (Subbarao وآخرون ٢٠٠٠).

الإزهار والإزهار المبكر

يعد الإزهار flowering، والإزهار المبكر premature seeding اسمين لظاهرة واحدة، مفادها اتجاه النباتات نحو النمو الزهرى، ولكن يعنى بالأولى – الإزهار المرغوب فيه عند إنتاج البذور، بينما يعنى بالثانية الإزهار غير المرغوب فى حقول إنتاج محصول الجذور.

تتهيأ نباتات البنجر للإزهار عند تعرضها لدرجات حرارة منخفضة، وتتجه نحو الإزهار – أى تستطيل شماريخها الزهرية – عند ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الفترة الضوئية. فقد أوضحت دراسات كروبوتشك Chroboczek عام ١٩٣٤ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧، و Piringer ١٩٦٢) أن تعريض نباتات البنجر الصغيرة من الصنف كروسبس اجيبتشيان Crosby's Egyptian لحرارة تراوحت بين ٤ و ١٠°م، أدى إلى إزهار بعض النباتات عندما كانت المعاملة لمدة ١٥ يومًا، وإزهار نحو ٥٠٪ من النباتات عندما كانت المعاملة لمدة ٣٠ يومًا، ومعظم النباتات عندما كانت المعاملة لمدة ٦٠ يومًا.

ومن النتائج الأخرى التى توصل إليها كروبوتشك ما يلى:

١ – كانت النباتات الصغيرة أقل حساسية لمعاملة الحرارة المنخفضة – وهو ما يعرف الآن بتأثير فترة الحداثة؛ أى الفترة التى لا تستجيب خلالها النباتات لمعاملة الارتباع.

٢ – زال أثر الارتباع بتعريض النباتات لحرارة ٢١–٢٧°م، بعد تعريضها للحرارة المنخفضة، ويعرف هذا التاثير باسم devernalization.

٣ – تأثرت استجابة النباتات للحرارة المنخفضة بالفترة الضوئية، حيث أدى

تعرضها لفترة ضوئية أقصر من ١٢ ساعة إلى منع نمو الشمراخ الزهرى أو تأخيره، بينما أدى تعريضها لفترة ضوئية أطول من ١٤ ساعة إلى إسراع نمو الشمراخ الزهرى.

اللون والصبغات

يرجع اللون الأحمر المميز لجذور البنجر إلى صبغات البيتالينات betalains (تعرف كذلك باسم البيتانينات betanines)، وهى التى تشتق من حامض البيتالامك betalamic acid، وتنقسم إلى مجموعتين:

١ – البيتاسيانينات betacyanins، وهى ذات لون أحمر قرمزى.

٢ – البيتازانثينات betaxanthins، وهى ذات لون أصفر.

وكلاهما يعتبر بديلاً طبيعيًا جيدًا للصبغات الصناعية. وقد أمكن بالانتخاب زيادة محتوى سلالات البنجر من البيتالينات (Goldman وآخرون ١٩٩٦).

ويتحدد لون الجذر بالنسبة بين الصبغتين، وهى التى تختلف باختلاف الأصناف، وتتغير أثناء النمو، وباختلاف الظروف البيئية (Yamaguchi ١٩٨٣).

هذا .. وينخفض تركيز البيتانين فى جذور البنجر بعد تخطيها مرحلة النمو المناسبة للحصاد؛ ففى إحدى الدراسات انخفض التركيز فى سبعة أصناف من ٩٩ مجم/ ١٠٠مل من العصير الخلوى للجذر بعد مائة يوم من الزراعة إلى ٨٤ مجم/١٠٠مل بعد ٤٠ يوم أخرى (Michalik & Grzebelus ١٩٩٥).

وقد قام Takács-Hájos (١٩٩٩) بدراسة مكونات اللون فى جذور خمسة أصناف من بنجر المائدة (هى: Bonel، و Nero، و Favorit، و Rubin، و Detroit)، ووجد ما يلى:

١ – أظهر الصنفان Bonel، وFavorit أعلى محتوى من البيتانين betanin (٥٠,٠٣، و ٤٩,٥٣ مجم/١٠٠جم على التوالى).

٢ – تباين محتوى الجذور من الأيزوبيتانين isobetanin بين ١٣,١٠، و ٢٦,٦٢ مجم/١٠٠جم فى مختلف الأصناف.

٣ – تراوح محتوى البيتانيدين betanidin بين ٢,٩٢، و ٦,٦٣جم/١٠٠ جم، والأيزوبيتانيدين isobetanidin بين ٠,٩٦، و ٢,٩٦ مجم/١٠٠ جم.

٤ – كان أعلى محتوى من الصبغات الكلية (٨١,٠١ مجم/١٠٠جم) مترافقًا مع محتوى منخفض من البيتانين (٤٦,٢٦ مجم/١٠٠ جم)، وكذلك مع محتوى عالٍ من كل من الأيزوبيتانين (٢٥,١٦ مجم/١٠٠جم)، والبيتانيدين (٦,٦٣ مجم/١٠٠جم)، والأيزوبيتانيدين (٢,٩٦ مجم/١٠٠جم).

٥ – احتوى الصنف Nero على أقل محتوى كلى من الصبغات (٥٧,٤٣ مجم/١٠٠جم)، ولكنه احتوى على أعلى نسبة (٧٠٪ تقريبًا) من البيتانين.

العيوب الفسيولوجية

التبقع الأسود الداخلى

يؤدى نقص البورون إلى إصابة البنجر بعيب فسيولوجى يعرف بأسماء مختلفة، هى: التبقع الأسود الداخلى internal black spot، والقلب الأسود black heart، والقلب البنى Brown heart، وعفن القلب heart rot.

تبدأ أعراض نقص البورون بظهور بقع قاتمة اللون على أسمك جزء من الجذر، مع تقزم النبات بصورة تدريجية، وتكون الأوراق أصغر من حجمها العادى وأقل عددًا، وتظهر بها تغيرات لونية عبارة عن خليط من الأصفر والأحمر القرمزى، بينما تظهر تفلقات طولية بامتداد عنق الورقة وعرقها الوسطى. وكثيرًا ما تصبح الأوراق ملتوية، كما قد تصبح أعناق الأوراق الصغيرة فى مركز تاج النبات سوداء اللون. وفى حالات النقص الشديدة للبورون تبقى الأوراق صغيرة جدًا ومشوهة وتكون خشنة الملمس وتفقد لمعانها ونضارتها، كما قد يتشقق نصل الورقة ويتجعد (عن Purvis & Carolus ١٩٦٤).

وتبدأ أعراض الإصابة بالتبقع الأسود الداخلى على صورة بقع فلينية سوداء اللون، تنتشر فى الحلقات الفاتحة من الجزء المتضخم من الجذر، فى منطقة السويقة الجنينية السفلى (شكل ١٠–٦، يوجد فى آخر الكتاب). وتتباين تلك الأعراض من مجرد بقع صغيرة قليلة العدد ومنفصلة عن بعضها البعض إلى مساحات كبيرة مائية المظهر، أو حتى ظهور فراغات كبيرة فى منطقة القلب، مع حدوث تغير لونى شديد فى كل الجزء الداخلى من الجذر. وتجدر الإشارة إلى أن الحلقات الفاتحة اللون هى التى توجد بها أصغر الخلايا النشطة فى الانقسام أثناء نمو الجذر. ويظهر نقص البورون – كما هو

معروف عنه - في الخلايا والأنسجة الحديثة. ويؤدى ظهور هذه الأعراض إلى خسائر كبيرة عند استخدام البنجر معلبًا؛ لأن هذه الأجزاء الفلينية تنفصل عن الجذر إلى السائل المستعمل في التعليب، وترسب في قاع العبوة؛ فتبدو كأجسام غريبة داخل العبوة.

تظهر أعراض الظاهرة خاصة في الأراضي المتعادلة والقلوية؛ حيث يكون عنصر البورون غير ميسر للامتصاص بها. كما تظهر الأعراض في الأراضي الرملية الخفيفة التي تتعرض للمطر الغزير أيًّا كان رقم حموضتها.

تعالج هذه الظاهرة بالتسميد بالبورون كما سبق بيانه تحت موضوع التسميد، وبزراعة الأصناف الأقل حساسية لنقص العنصر، مثل: لونج دارك بلض Long Dark Blood.

"التمنطق"

تتميز حالة التمنطق zoning بظهور حلقات حمراء متبادلة مع أخرى باهتة اللون في القطاع العرضي للجذر. ويقل في الحلقات الباهتة تراكم صبغة الأنثوسيانين الحمراء، وقد تكون تلك الحلقات بيضاء تمامًا في الحالات الشديدة.

تزداد حدة هذه الحالة في الجو الحار، وتختلف شدتها باختلاف الأصناف.

وتساعد الظروف الجوية المناسبة للمحصول - وهي الحرارة المعتدلة الارتفاع نهارًا والمعتدلة الانخفاض ليلاً - على اختفاء تلك الظاهرة.

الحصاد والتداول والتخزين

النضج والحصاد

تكون حقول البنجر جاهزة للحصاد - عادة - بعد ٦٠-٨٥ يومًا من الزراعة، وتطول المدة في الجو البارد. يجرى الحصاد بتلقيح النباتات يدويًّا أو آليًّا.

يحصد البنجر لغرض الاستهلاك الطازج عندما تبلغ جذوره حجمًا مناسبًا للتسويق. وتعد أفضل الجذور هي التي يتراوح قطرها بين ٣ و ٣,٥ سم؛ لذا .. يفضل أن يجرى الحصاد عندما يكون قطر معظم الجذور بين ٢، و٥,٥ سم كما يوصى بإجراء الحصاد

الآلى لأجل التصنيع عندما يصبح توزيع أحجام الجذور على النحو التالى: ٢٥٪ درجة أولى (بقطر ٢,٥–٤ سم)، و ٦٠٪ درجة ثانية (بقطر ٤–٦,٥ سم)، و ١٥٪ درجة ثالثة (بقطر ٦,٥–١٠ سم)، و ١٪ جذور غير صالحة culls. وعمومًا .. يتراوح حجم الجذور المناسب للتصنيع بين ١,٥، و ٦,٠ سم. أما الجذور الأكبر من ذلك فإنها إما أن تستعمل فى التقطيع إلى مكعبات صغيرة dicing، أو أنها تستعمل فى أغذية الأطفال، إذا أنها لا تصلح للتعليب كاملة أو لعمل الشرائح الكاملة.

ويجرى الحصاد آليًا بآلات تشبه آلات حصاد البطاطس، ويتم فى هذه الحالة التخلص من النموات الخضرية ميكانيكيًا قبل التقليع.

ويتراوح المحصول الجيد بين ١٨، و ٢٥ طن للفدان.

هذا .. ويؤدى الحصاد الآلى – رغم أهميته بالنسبة لمحصول التصنيع – إلى زيادة الإصابة بالعيب الفسيولوجى "البقع السوداء" black spots، وإلى زيادة معدلات الإصابة بالأعفان أثناء التخزين المؤقت السابق للتصنيع.

التداول

إن أهم عمليات التداول بعد الحصاد هى إزالة الأوراق الخارجية الصفراء وتنظيف الجذور من الطين العالق بها، والغسل، والربط فى حزم. وقد يسوق البنجر بدون أوراقه، ويسمح ذلك بتدريجه. وللاطلاع على رتب البنجر المستخدمة فى الولايات المتحدة ومواصفاتها .. يراجع Seelig (١٩٦٦).

التخزين

يمكن تخزين البنجر بعروشه (الأوراق) لمدة ١٠–١٤ يومًا بحالة جيدة فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية قدرها ٩٨–١٠٠٪ أما عند فصل العروش .. فإن الجذور يمكن تخزينها تحت نفس الظروف لمدة ٤–٦ شهور. وتجب مراعاة ألاّ تزيد درجة حرارة التخزين عن ٧°م؛ لتقليل العفن إلى أدنى مستوى ممكن؛ نظرا لأن الرطوبة النسبية يجب أن تبقى عالية؛ لمنع فقدان الرطوبة من الجذور، وهو الأمر الذى يعد السبب الرئيسى لانكماشها وتعتبر الجذور الصغيرة أكثر عرضه للانكماش من الكبيرة؛

لزيادة نسبة سطحها الخارجى إلى وزنها. ويراعى دائما - عند التخزين - فرز الجذور التالفة واستبعادها، وتوفير تهوية جيدة بالمخازن، وقطع النموات الخضرية عن الجذور كلما كان ذلك ممكنا (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

وتزداد الإصابة بالبقع السوداء عند التخزين على صفر إلى ١°م مقارنة بالتخزين فى الحرارة الأعلى، بينما تؤدى حرارة ٦-٧°م إلى زيادة تشققات الجلد (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤). وقد أفاد تخزين الجذور فى أكياس من البولثيلين المغلقة بإحكام إلى خفض الفقد فى الوزن خلال ١٨ يومًا من التخزين على ٢٠°م إلى ٠,٢٦٪، و ٠,٩٦٪ - للأكياس بسمك ٧٠، و ٢٠ ميكرون على التوالى - وذلك مقارنة بمعاملة الكنترول (التى حفظت فيها الجذور فى الهواء على درجة الحرارة ذاتها ورطوبة نسبية ٦٠-٧٠٪) التى فقدت خلال الفترة ذاتها ٢٤,٤٤٪ من وزنها، هذا إلاّ أن التخزين فى الأكياس على تلك الدرجة أدى إلى تنبيت الجذور. وبالمقارنة لم يحدث التنبيت فى الجذور التى خزنت فى أكياس بوليثيلين مثقبة أو فى أكياس من البولى فينيل كلورايد، والتى كان الفقد فيها ٣,٨٩٪ لأكياس البوليثيلين بسمك ٧٠ ميكرون، و ٢,٧٢٪ لأكياس البوليثيلين بسمك ٢٠ ميكرون، و ٤,٥١٪ لأكياس البولى فينيل كلورايد (Tessarioli Neto وآخرون ١٩٩٨).

الأمراض والآفات ومكافحتها

يشترك بنجر المائدة مع السلق، والسلق السويسرى - وكذلك بنجر السكر - فى الإصابة بعدد كبير من الأمراض، والحشرات. وفيما يلى عرض لأهم الأمراض والآفات، وطرق مكافحتها:

الذبول الطرى وأعفان الجذور

تسبب مجموعة من الفطريات أمراض الذبول الطرى (أو تساقط البادرات) damping off، وعدة أنواع من أعفان الجذور beet rots فى البنجر.

فيسبب الفطر *Aphanomyces cochiloides* مرض العفن الأسود black rot فى البنجر، والسلق، والسبانخ. تبدأ أعراض الإصابة مبكرة فى طور البادرة على صورة ذبول

طرى سابق للإنبات pre-emergence damping off، حيث تتعفن البذور أثناء الإنبات، ولكن قبل ظهور البادرات فوق سطح التربة. وجدير بالذكر أن نفس هذه الأعراض يمكن أن تحدثها فطريات أخرى، هي: *Pleospora betae*، و *Pythium* spp.، و *Thanetophorus cucumeris* ويعقب هذه المرحلة انتقال الفطر من البادرات المصابة تحت سطح التربة إلى البادرات النابتة، فيُحدث بها ذبولاً طريًا تاليًا للإنبات post-emergence damping off. يخترق الفطر أنسجة السويقة الجنينية السفلى عند سطح التربة، ثم تبدأ أعراض الإصابة على صورة بقع مائية تنتشر إلى أعلى وإلى أسفل، وربما تصل إلى أعناق الأوراق الفلقية. وتتحول المناطق المصابة بسرعة إلى اللون البنى، ثم تصبح سوداء جيلاتينية المظهر. ويعقب ذلك جفاف أنسجة القشرة فى الساق والسويقة الجنينية السفلى، ثم انكماشها إلى أن تصبح كالخيط الرفيع. وتنتج الجراثيم البيضية للفطر بوفرة فى هذا النسيج. تنتشر الإصابة بسرعة كبيرة فى الجو الحار – الذى تزيد حرارته عن ١٤°م – وفى الأراضى الرطبة. وقد تعيش النباتات المصابة لمدة ١٠–١٤ يومًا فى الجو البارد. ويمكن أن تمتد الإصابة لأعلى على ساق النبات، وتظهر آثار ذلك فى شكل اصفرار على الأوراق. وإذا كانت الإصابة قليلة بحيث أمكن للنبات أن يصل إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الخامسة دون أن يقضى عليه .. فإن البقع المرضية تسقط من نسيج القشرة، ويبدو النبات طبيعيًا، ولكن تظهر الإصابة بعد ذلك فى النباتات القريبة من النضج على صورة تقزم واضح، مع تلون السويقة الجنينية السفلى المتضخمة بلون أصفر مائل للأخضر، يتحول بسرعة إلى اللون البنى فالأسود. وتكون الأنسجة المصابة طرية ومائية المظهر، ثم تجف فى نهاية الأمر. وقد يتعفن الجذر الرئيسى والأفرع الجذرية أيضًا عندما تكون الرطوبة الأرضية عالية.

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية مناسبة، كما توجد المقاومة فى عدة أصناف من بنجر السكر.

ويسبب الفطر *Pleospora bjorlingii* (= *P. betae*) عدة أعراض مرضية، منها: عفن البادرات الأسود، والبقع الورقية، وعفن الساق والجذور. تصاب البذور النابتة – عادة – عندما تكون الزراعة فى أرض رطبة، وجو بارد. وأكبر مصدر للإصابة فى هذه المرحلة هو زراعة بذور مصابة بالفطر. وتكون أعراض الإصابة السابقة والتالية للإنبات

مماثلة للأعراض التى سبق بيانها بالنسبة للفطر *A. cochlioides*. وتنحصر الإصابة فى النباتات البالغة على الأوراق الكبيرة والشماريخ الزهرية، وتظهر على شكل بقع بلون بنى فاتح، يمكن أن يصل قطرها إلى ٢ سم. وتتكون الجراثيم البكنيدية للفطر فى هذه البقع على شكل دوائر تحيط بمركز واحد. وتظهر على الشماريخ الزهرية خطوط متحللة بنية إلى سوداء اللون. ويمكن أن تمتد الإصابة إلى الجذور فى المخازن.

تنتشر الإصابة أساسًا عن طريق البذور، كما تنتقل جراثيم الفطر داخل الحقل بواسطة الرياح، والمطر، وماء الرى. ويعيش الفطر على بقايا النباتات فى التربة. تشتد الإصابة فى الجو الدافئ الذى تزيد حرارته عن ١٥°م.

يكافح الفطر بزراعة بذور خالية من الإصابة، ومعاملتها بمركب إيثايل كبريتات الزئبق ethyl mercury sulphate – وهو إجراء عادى بالنسبة لبنجر السكر. ومن الضرورى اتباع دورة زراعية مناسبة، والاهتمام بالتسميد. وتتوفر أصناف مقاومة من بنجر السكر.

ويسبب الفطر *Rhizoctonia solani* ذبولاً طريًا وعفنًا جافًا للجذور. تحدث بعض حالات الذبول الطرى قبل الإنبات، ولكن غالبيتها تكون بعد الإنبات، وتتميز الإصابة بوجود حد فاصل بين الأنسجة المصابة والسليمة فى البادرة. كذلك يحدث الفطر *Pythium ultimum*، و *P. aphanidermatum* ذبولاً طريًا للبادرات، يتميز بتحلل طرى للأنسجة المصابة. أما الفطر *Phoma betae* (= *Pleospora betae*) .. فينتقل أساسًا عن طريق البذور، وتظهر أعراض الإصابة به على صورة تلون أسود بالسويقة الجنينية السفلى حتى سطح التربة. تحدث الإصابة بالفطر *Pythium* فى مدى واسع من درجات الحرارة، بينما تشتد الإصابة بالفطر *Phoma* فى الجو البارد فقط، وبالفطر *Rhizoctonia* فى الجو المعتدل والجو الدافئ فقط. وتكافح جميع هذه الفطريات بمعاملة البذور بالمطهرات الفطرية.

أما عفن الجذور الجاف الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani* .. فإنه يؤدى إلى ذبول الأوراق أثناء النهار، ثم موت الأوراق الكبيرة فالأصغر تدريجيًا. وتكون البقع الجذرية دائرية وغائرة وبنية اللون، وتظهر بها – غالبًا – حلقات تشترك فى مركز

واحد. ويوجد – عادة – حد فاصل بين الأنسجة السليمة والمصابة. يعيش الفطر فى التربة، وتشتد الإصابة عندما ترتفع درجة الحرارة إلى ٢٧ م أو أعلى من ذلك، وفى ظروف الجفاف.

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية مناسبة تدخل فيها النجيليات (Gubler وآخرون ١٩٨٦).

وقد أدت إضافة كلوريد الصوديوم بمعدل ٥٦٠ كجم/هكتار (٢٣٥ كجم/فدان) مع كبريتات الأمونيوم بمعدل ١١٢ كجم/هكتار (٤٧ كجم/فدان) – فى تربة ملوثة بالفطر *Rhizoctonia solani* – إلى زيادة محصول الجذور بين ٢٦٪، و ٤٧٪ عما لو أضيفت كبريتات الأمونيوم منفردة. هذا إلا أن أملاح: كلوريد البوتاسيوم، وكلوريد الكالسيوم، وكلوريد المغنيسيوم لم تختلف جوهريا عن ملح كلوريد الصوديوم فى زيادة الوزن الجاف لنباتات البنجر فى التربة الملوثة بالفطر، مما يعنى أن أيون الكلوريد – وليس الصوديوم – هو المسئول عن خفض حدة الإصابة بمرض عفن الجذور والتاج الرايزكتونى الذى يسببه الفطر (Elmer ١٩٩٧).

البياض الزغبى

يسبب الفطر *Peronospora farinose* f sp. *betae* مرض البياض الزغبى downy mildew فى بنجر المائدة، وبنجر السكر، وكذلك بنجر العلف.

تظهر الأعراض الشديدة للإصابة على الأوراق الصغيرة للنباتات ما بين مرحلتى نمو الورقة الحقيقية الثانية والعاشرة خاصة فى الجو البارد الرطب. ونادرا ما تؤدى الإصابة إلى موت النباتات، ولكنها تحد من نموها بشدة، وتشجع نمو البراعم الإبطية؛ مما يعطى النبات مظهرا متوردا. تحدث الإصابة من خلال أديم الورقة، وينمو الفطر بين الخلايا مرسلا ممصات داخل الخلايا البرانشيمية. وتظهر جراثيم الفطر – فى نهاية الأمر – على السطح السفلى للورقة على صورة زغب قرمزى اللون. كما تظهر الجراثيم على السطح العلوى للورقة أيضا فى الجو الشديد الرطوبة. وتصبح البقع متحللة فى الجو الجاف. وتظهر أعراض الإصابة على الأوراق الأكبر سنا على صورة تلون برتقالى، مع زيادة فى سمك عرق الورقة وسهولة تقصفه. كما تصاب الأزهار، فتتضخم السبلات،

والقنابات، وتأخذ النورة شكل المكنسة، وتظهر الجراثيم على جميع الأجزاء المصابة، وتنكمش البذور المتكونة، وتمتد الإصابة إليها.

وعلى الرغم من أن نسبة البذور المصابة التى تنتج على النباتات المصابة نادرًا ما تزيد عن ١٪ .. إلاّ أن هذه البذور تمثل أهم مصادر الإصابة فى الحقل، وأهم مصدر لوصول الإصابة إلى المناطق التى لم يصل إليها الفطر من قبل. يعيش الفطر فى التربة على صورة جراثيم بيضية، وميسيليوم فى بقايا النباتات.

ويمكن الوقاية من الإصابة بالمرض بالرش الدورى كل ١٠-١٢ يومًا بأحد مركبات الداى ثيوكارباميت مثل الزينب، كما تتوفر مصادر لمقاومة المرض.

البياض الدقيقى

يسبب الفطر *Erysiphe betae* مرض البياض الدقيقى Powdery mildew فى البنجر بأنواعه المختلفة. تبدأ الإصابة على صورة بقع صغيرة مفردة دائرية، بيضاء اللون، توجد – عادة – على السطح العلوى للورقة. تزداد هذه البقع فى العدد والمساحة تدريجيًّا، إلى أن يغطى سطح الورقة كله بطبقة سميكة من غزل (ميسيليوم) الفطر، الذى يبدأ أيضًا فى تكوين الحوامل الجرثومية والجراثيم الكونيدية؛ مما يكسب الإصابة مظهرًا دقيقيًّا. وتكون الأوراق المسنة عادة أكثر قابلية للإصابة من الأوراق الصغيرة، وهى التى لا تصاب عادة إلاّ فى الحالات الشديدة. ويمكن رؤية الأجسام الثمرية للفطر Perithecia – وهى أجسام صغيرة سوداء اللون – فى أية مرحلة من الإصابة بعد ظهور البقع المرضية، وتتوزع – عشوائيًّا – على الميسيليوم.

يوجد ارتباط موجب كبير بين درجة الحرارة وشدة الإصابة. ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة من ٣ إلى ١٨°م إلى زيادة شدة الإصابة من ٤٠ إلى ١٠٠٪. تعد فطريات البياض الدقيقى من أكثر الفطريات تأقلمًا على المناطق الجافة وشبه الجافة. وتحتوى جراثيم هذا الفطر على ٤٠٪ رطوبة، ويسمح ذلك بإنباتها فى غياب الرطوبة الحرة وفى حالات الرطوبة الجوية المنخفضة كذلك. وتنتقل الجراثيم الكونيدية بسهولة بواسطة الهواء.

ويكافح المرض بالرش ببعض المبيدات مثل الداينوكاب dinocap، والكوينومثيونيت

quinomethionate كل أسبوعين، أو بعض المبيدات الجهازية، مثل: بينوميل benomyl كل ٢٥- ٣٠ يومًا

تبقع الأوراق السركسبورى

يسبب الفطر *Cercospora beticola* مرض تبقـع الأوراق السركسـبورى cercospora leaf spot فى البنجر بأنواعه المختلفة.

تظهر أعراض الإصابة فى صورة بقع صغيرة يبلغ قطرها حوالى ٢ مـم رماديـة اللـون، ذات حافة قرمزية وتتكون بأعداد كبيرة. تسقط أنسجة الورقة غالبًا فى المناطق المصابـة، فتبدو الورقة مثقبة، وتعرف هذه الأعراض باسـم shot-hole (شـكل ١٠-٧، يوجـد فـى آخر الكتاب). وتتكـون علـى أعنـاق الأوراق المصابـة بقـع بيضاويـة طويلـة. وقـد تـؤدى الإصابة إلى اكتساب الأوراق لونًا أصفر ثم موتها. ويتبع موت الأوراق المصابة تكوّن أوراق جديدة؛ مما يؤدى إلى استطالة منطقة التاج. وتصاب النورة بأكملها عنـد إنتـاج البـذور، كما ينتقل المرض إلى البذور ذاتها

ينتشر المرض - بصفة خاصة - فى المواسم المطرة، وتساعد الرياح ومياه الرى بالرش على زيادة انتشاره وتعد الرطوبة النسبية العالية ضرورية لتكوين جراثيم الفطـر. وتشـتد الإصابة عند ارتفاع درجة الحرارة نهارًا عـن ١٦°م وتحـدث الإصابـة غالبًـا عـن طريـق الثغور.

ويكافح المرض بالوسائل التالية:

١ - اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ - زراعـة الأصنـاف المقاومـة، لكـن يعـاب علـى ذلـك أن الفطـر يكـون سـلالات فسيولوجية جديدة بسـهولة، تكون قادرة على كسـر المقاومة.

٣ - الرش بالمبيدات الوقائيـة مثـل المـانيب. وقـد أدى اسـتعمال المبيـد بينوميـل إلى مكافحة المرض بصورة رائعة ولكن تمكن الفطر - فى سنوات قليلة - من إنتاج سـلالات جديدة قادرة على مقاومة هذا المبيد. وعلى عكس السلالات القـادرة علـى كسـر المقاومـة الوراثية للأصناف، والتى يقل وجودها عند التوقف عن زراعة الأصناف المقومـة .. فـإن

السلالات الجديدة المقاومة لمبيد البينوميل كانت ذات قدرة على البقاء مشابهة للسلالة الأصلية؛ مما أدى إلى التوقف عن استعمال هذا المبيد. وقد كانت تلك هى أول حالة تظهر فيها سلالات فسيولوجية من الفطر مقاومة للمبيدات (Dixon ١٩٨١).

الصدأ

يسبب الفطر *Uromyces betae* مرض الصدأ rust فى البنجر بأنواعه المختلفة.

تتميز الإصابة بظهور بقع لونها بنى مائل إلى الأحمر، تنتشر على السطح العلوى للأوراق، ويعد ذلك علامة على الطور اليوريدى للفطر. ويتراوح المجال الحرارى الملائم لإنبات الجراثيم اليوريدية من ١٠-٢٢ْم؛ فتحت هذه الظروف يمكن أن يغطى النمو النباتى كله بالبقع المرضية. تبدأ الأوراق المسنة بعد ذلك فى الذبول، ثم تجف وتموت، بينما تحتفظ الأوراق الحديثة المصابة بوضعها القائم، ثم تبدأ فى الاصفرار. وقد يموت النبات كله فى الحالات الشديدة.

ينتقل الفطر عن طريق البذور، وقد انتشر بهذه الوسيلة فى معظم أنحاء العالم. وتنتشر الجراثيم اليوريدية فى الحقل بواسطة الهواء، بينما يقضى الفطر فترة الشتاء على الشتلات الجذرية stecklings، وفى حقول إنتاج البذور.

وقد أمكن مكافحة المرض بالرش ببعض المبيدات الفطرية، مثل مخلوط بوردو، والثيرام، والزينب، وكذلك بالمبيدات الجهازية مثل بينودانيل benodanil. وتتوفر المقاومة للفطر فى بعض أصناف بنجر السكر.

التثألل التاجى

تسبب البكتيريا *Agrobacterium tumefasciens* مرض التثألل التاجى فى البنجر، وعدد كبير آخر من النباتات ذوات الفلقتين والتى تتوزع على ١٤٠ جنسًا فى ٦١ عائلة نباتية.

تظهر الأعراض فى مختلف النباتات على صورة ثآليل كروية ذات سطح خشن تتكون على الجذور أو على السيقان عند سطح التربة غالبًا، وتختلف فى القطر من ملليمترات صغيرة إلى عدة سنتيمترات. تحفز البكتيريا خلايا العائل البرانشيمية لأن تنمو نموًا غير

طبيعى ينتهى بتكوين الثألول. وتصيب البكتيريا النباتات عن طريق الجروح، والعديسات. وبمجرد أن تبدأ المراحل الأولى لتكوين الثألول .. فإنه يستمر فى الزيادة فى الحجم بصورة تلقائية دونما حاجة لاستمرار تواجد الخلايا البكتيرية. وقد وضعت عدة نظريات لتفسير ذلك.

يجب عدم زراعة البنجر فى الحقول الموبوءة بالبكتيريا، ويمكن اختبار وجود البكتيريا بوضع شرائح جزر فى التربة، حيث تظهر بها الثآليل إن كانت الأرض ملوثة بالبكتيريا.

الفيروسات

يصاب البنجر بأنواعه المختلفة بعديد من الفيروسات، من أهمها ما يلى:

فيرس التفاف أوراق البنجر Beet Leaf Curl Virus

ينتقل فيرس التفاف أوراق البنجر بالخنفساء lace bug (اسمها العلمى *Piesma quadratum*)، ويصيب الفيرس – إلى جانب البنجر – كلا من السبانخ، والفاصوليا.

تظهر الأعراض على صورة شفافية بالعروق مع زيادتها فى السمك دون أن تنمو طوليًا، مما يؤدى إلى تجعد الورقة. وينمو عديد من الأوراق الصغيرة من قمة الجذر نحو مركز النبات. تزداد الإصابة فى الجو الحار.

ويكافح المرض بعمل مصائد للحشرة الناقلة للفيرس، ثم التخلص منها.

فيرس أوراق البنجر العنبرية Beet Marble Leaf Virus

ينتقل الفيرس بواسطة أنواع عديدة من المنّ، منها: *Myzus persicae*، و *Aphis fabae*، و *Macrosiphon euphorbiae*.

تظهر الأعراض على صورة اصفرار بعروق الأوراق الصغيرة، ثم تبرقشها عند اكتمال نموها. وتجف أوراق النباتات المصابة فى النهاية وتصبح ورقية الملمس.

فيرس اصفرار البنجر الخفيف Beet Mild Yellowing Virus

ينتقل الفيرس بواسطة نوع المنّ *M persicae*، وهو يصيب كلاً من البنجر والسبانخ. تأخذ أوراق النباتات المصابة لونًا برتقاليًا مائلاً إلى الأصفر.

فيرس موزايك البنجر Beet Mosaic Virus

ينتقل فيرس موزايك البنجر بواسطة أنواع عديدة من المنّ، منها: *M. persicae*، و *A. fabae* وعوائله كثيره فى العائلات الرمرامية، والبقولية، والباذنجانية، وينتشر فى معظم أرجاء العالم.

تظهر أعراض الإصابة فى البداية على الأوراق الصغيرة الداخلية على صورة بقع صغيرة صفراء اللون، يتبعها ظهور موزايك مميز. كما يظهر الموزايك أيضًا على الأوراق الكبيرة. ومن المظاهر المميزة للإصابة التفاف قمة الورقة للخلف، وتقزم النباتات.

ويتأخر ظهور الأعراض على نباتات السبانخ المصابة لنحو ثلاثة أسابيع، ثم تظهر فجأة على شكل التفاف بالأوراق الحديثة للخلف مع بقع ذات لون ذهبى براق، قد تزداد فى العدد والمساحة وتلتحم ببعضها البعض. ومع تطور المرض .. تتقزم النباتات، ويعمها الاصفرار ثم تموت أنسجتها.

فيرس اصفرار البنجر الكاذب Beet Pseudo-Yellows Virus

ينتقل هذا الفيرس بواسطة الذبابة البيضاء من النوع *Trialeurodes vaporariorum*. يصيب الفيرس مجموعة كبيرة من النباتات، منها: الجزر، والخيار، والخس، والسبانخ. تظهر الأعراض على صورة بقع صفراء اللون على الأوراق الكبيرة.

فيرس اصفرار البنجر Beet Yellows Virus

ينتقل الفيرس بواسطة نوعى المنّ: *M. persicae*، و *A. fabae*.

تبدأ أعراض الإصابة على الأوراق المسنة على صورة اصفرار بالأنسجة ما بين العروق ينتشر تدريجيًا من قمة الورقة حتى يعمها كلها، وتزداد دكنة اللون الأصفر تدريجيًا؛ حتى يصبح أصفر قاتمًا، ثم برتقاليًا. ويتبع ذلك موت الأنسجة المصابة وتحللها. وتتميز أعراض الإصابة على السبانخ – إلى جانب اصفرار ما بين العروق – بشفافية العروق، والتفاف الأوراق، وموت القمة النامية للنبات، ثم موت النبات.

ولمزيد من التفاصيل عن فيروسات البنجر .. يراجع Dixon (١٩٨١).

الحشرات

يصاب البنجر بعديد من الحشرات، منها ما نوقشت أضرارها وطرق مكافحتها تحت أمراض وآفات الكرنب، مثل: الدودة القارضة، ودودة ورق القطن، والحفار، والخنفساء البرغوثية، والذبابة البيضاء، والمنّ بأنواعه المختلفة، ومنها ما لم نتناوله بالشرح بعد، مثل: سوسة البنجر، وفراشة البنجر، وذبابة أوراق البنجر.

سوسة البنجر *Lixus junci*

يبلغ طول الحشرة الكاملة من ١,٠-١,٢ سم، ولونها بنى قاتم إلى أسود. تحدث الإصابة خلال الفترة من مارس إلى يونية. تضع الحشرة بيضها على الأوراق خاصة على العرق الوسطى والعنق. وتحفر اليرقات أنفاقًا فى الأوراق تظهر بنية اللون. وتتحول اليرقة إلى عذراء فى النفق داخل شرنقة من الحرير.

تكافح الحشرة بجمع النباتات المصابة وإعدامها، وجمع الحشرات الكاملة فى الصباح الباكر وإعدامها، والرش بالمبيدات فى حالات الإصابة الشديدة.

ذبابة أُوراق البنجر *Pegomyia mixta*

إن الحشرة الكاملة ذبابة صغيرة تشبه الذبابة المنزلية، يبلغ طولها نحو ٦ مم، ولونها رمادى قاتم. تضع الحشرة بيضها على الورقة. تتغذى اليرقات بعد فقسها على أنسجة الورقة الداخلية، محدثة بقعًا كبيرة بين بشرتى الورقة بعد اختراقها.

وتكافح الحشرة بالرش بالدايمثويت ٤٠٪ بتركيز ٠,١٥٪، أو التمارون ٦٠٪ بتركيز ٠,٢٪، مع العناية بالرى ومكافحة الحشائش، وعدم استعمال الأسمدة العضوية التى تجذب الحشرة إليها.

فراشة البنجر *Scrobipalpa ocellatella*

الحشرة الكاملة فراشة صغيرة، يبلغ طولها حوالى ٥ مم، لونها بنى فاتح. تحفر اليرقات فى العرق الوسطى للأوراق؛ فتؤدى إلى إتلافها. وتبلغ الإصابة أعلى معدلاتها فى الجو الحار. تتحول اليرقات إلى عذارى داخل أنفاقها، أو خارجيًا بين الأوراق الساقطة داخل شرانق من الحرير.

تكافح الحشرة بجمع الأوراق المصابة وإعدامها، والرش بالتمارون ٦٠٪ بتركيز ٠,٢٪ فى حالات الإصابة الشديدة (عن حماد وعبدالسلام ١٩٨٥، وحماد والمنشاوى ١٩٨٥).



الفصل الحادى عشر

السبانـخ

تعتبر السـبانخ (أو الإسـفاناخ) أحـد محـاصيل الخضـر التابعـة للعائلـــة الرمراميـــة Chenopodiaceae التى يتبعها أيضًا من محاصيل الخضر – كـل مـن البنجـر، والسـلق. تسمى السبانخ بالإنجليزية Spinach، واسمها العلمى *Spinacia oleracea* L.

تعريف بالسبانخ وأهميتها

الموطن وتاريخ الزراعة

لا يعرف الموطن الأصلى للسبانخ على وجه الدقة، ويعتقد أنها ربما نشأت فى منطقة غرب آسيا، وخاصة فى جنوب باكستان، وأفغانستان، وإيران. وقد ذكرها ابـن البيطـار سنة ١٢٣٥م. ونقلت زراعة السبانخ بواسطة العـرب إلى الأندلـس عـام ١١٠٠م، ومنـها انتشرت فى بقية أرجـاء أوروبـا، ثم فـى الأمريكتـين (سـرور وآخـرون ١٩٣٦، و Asgrow Seed Co. ١٩٧٧). ولمزيد من التفاصيل عن هـذا الموضـوع .. يراجـع Hedrick (١٩١٩)، و Ryder (١٩٧٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

تزرع السبانخ لأجل أوراقها التى تؤكل مطبوخة، أو مسلوقة. ويحتوى كل ١٠٠ جـم من أوراق السـبانخ على المكونـات الغذائيـة التاليـة: ٩٠,٧ جـم رطوبـة، و ٢٦ سـعرًا حراريًا، و ٣,٢ جم بروتينًا، و ٠,٣ جم دهونًا، و ٤,٣ جـم مـواد كربوهيدراتيـة، و ٠,٦ جم أليافًا، و١,٥ جم رمـادًا، و ٩٣ مجـم كالسـيوم، و ٥١ مجـم فوسـفورًا، و ٣,١ مجـم حديدًا، و ٧١ مجم صوديوم، و ٤٧٠ مجم بوتاسـيوم، و ٨٨ مجـم مغنيسـيوم، و ٨١٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,١ مجم ثيامين، و ٠,٢ مجـم ريبوفلافـين، و ٠,٦ مجـم نياسين، و ٥١ مجم حامض الاسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). وبذا يمكـن اعتبـار السـبانخ من الخضر الغنية بفيتامينات: أ، و جـ (حامض الأسكوربيك)، والريبوفلافـين،

وعناصر الحديد والكالسيوم. إلاّ أن الكالسيوم الذى يوجد فى السبانخ يتحد مع حامض الأوكساليك – الذى يتوفر بها أيضًا – ليكون أوكسالات الكالسيوم، وهى ملح غير ذائب؛ فلا يستفيد الجسم مما يتوفر فى السبانخ من كالسيوم.

ولقد وجد ارتباط معنوى بين محتوى أوراق السبانخ من البيتاكاروتين ومحتواها من الكلوروفيل(Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

وتعد السبانخ من أفضل المصادر الغذائية لفيتامين K، حيث تحتوى على المادة البادئة لهذا الفيتامين – وهى: phylloquinone – بتركيز ٢٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج. ومن الخضر الأخرى الغنية بهذا الفيتامين: البقدونس، والشبت، والكرنب بروكسل (Koivu وآخرون ١٩٩٩).

كما تعتبر السبانخ مصدرًا جيدًا لحامض الفوليك (فيتامين ب٩) (Cossins ٢٠٠٠).

ويستدل من دراسات Babic & Watada (١٩٩٨) أن مسحوق السبانخ المجفَّد (أى المجفف تحت تفريغ تنخفض معه درجة الحرارة إلى ما دون الصفر freeze-dried) يثبط نمو ثلاثة أنواع من الجنس البكتيرى *Listeria*، علمًا بأن بعض أنواع هذا الجنس – مثل *L. monocytogenes* – تحدث تسممًا غذائيًّا للإنسان عند تناوله لبعض الأطعمة المحتوية عليها، مثل: اللحوم، ومنتجات الألبان، وبعض الخضر الطازجة المصنعة جزئيًّا مثل الخس المقطع والسلاطات المعبأة، حيث يمكنها النمو على حرارة تقل عن ١٠°م.

الأهمية الاقتصادية

بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالسبانخ فى مصر عام ٢٠٠٠ حوالى ٥٦١٩ فدانًا، وكان متوسط محصول الفدان حوالى ٧,٥ طن. وقد كانت أكثر من ٩٥٪ من المساحة المزروعة فى العروة الشتوية.

الوصف النباتى

السبانخ نبات عشبى حولى.

الجذور

يتكون لنبات السبانخ جذر وتدى، يتعمق بسرعة فى التربة، و يتفرع كثيرًا فى الطبقة السطحية من التربة حتى عمق ١٥-٢٥ سم، ويشغلها بشكل جيد. وتمتد التفرعات الجذرية أفقيًا لنحو ٣٠ سم أو أقل، ثم تنمو عموديًا لعمق ٩٠-١٢٠ سم. وتنمو الأفرع الجذرية التى تتكون على الجذر الرئيسى بعد عمق ٣٠ سم عموديًا، وتشغل التربة بصورة جيدة إلى عمق ١٨٠ سم.

الساق والأوراق

تكون ساق السبانخ قصيرة فى موسم النمو الأول، وتخرج عليها الأوراق متزاحمة. وتستطيل الساق فى موسم النمو الثانى حاملة الأزهار، ويصل ارتفاعها إلى نحو ٦٠-٩٠ سم.

إن ورقة السبانخ بسيطة، ويختلف شكلها، وحجمها، وملمسها باختلاف الأصناف. فقد تكون سهمية أو عريضة، ومفصصة أو غير مفصصة، وملساء أو مجعدة savoyed. ويرجع التجعد الشديد الذى يظهر بأوراق بعض أصناف السبانخ إلى النمو الزائد للأنسجة البرانشيمية بين عروق الورقة.

حالات الجنس

توجد بالسبانخ حالات الجنس التالية:

١ - نباتات مذكرة حادة Extreme males:

تكون هذه النباتات عادة أصغر حجمًا من بقية النباتات، وتحمل أزهارا مذكرة فقط. وتتميز بأن شمراخها الزهرى يكون إما خاليًا من الأوراق، وإما به أوراق صغيرة الحجم. وهى أول النباتات إزهارًا فى الحقل.

٢ - نباتات مذكرة خضرية Vegetative males:

تحمل هذه النباتات - مثل سابقتها - أزهارًا مذكرة فقط، إلاّ أن الأوراق تنمو على الشمراخ الزهرى بصورة طبيعية.

٣ - نباتات مؤنثة Females:

تحمل هذه النباتات أزهارًا مؤنثة فقط، وتنمو بامتداد الشمراخ الزهرى أوراق مكتملة التكوين.

٤ – نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious:

تحمل هذه النباتات – وهى نادرة الوجود – أزهارًا مذكرة، وأخرى مؤنثة على نفس العناقيد الزهرية. وتختلف النسبة بين نوعى الأزهار اختلافًا كبيرًا من صنف لآخر، ومن فترة لأخرى على نفس النبات. وقد تكون النسبة متقاربة، وقد يسود أحد نوعى الأزهار على الآخر بدرجة واضحة، إلاّ أن هذه الحالة نادرة.

٥ – نباتات تحمل أزهارًا مؤنثة، وأزهارا خنثى Gynomonoecious:

تكون معظم الأزهار التى تنتجها هذه النباتات مؤنثة، إلاّ أنها تحمل أيضًا نسبة قليلة من الأزهار الخنثى. وتنمو بامتداد الشمراخ الزهرى أوراق مكتملة التكوين. وتوجد هذه النباتات بنسبة ضئيلة.

٦ – نباتات تحمل أزهارًا مؤنثة، وأزهارًا كاملة، وأزهارًا خنثى Trimonoecious:

توجد هذه النباتات بنسبة ضئيلة للغاية (Shoemarker ١٩٥٣).

هذا .. وتكون غالبية النباتات إما مذكرة، وإما مؤنثة، وهما يوجدان بنسب متساوية عادة. ولا تزيد نسبة النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن عادة عن ٤٪، ويكون وجودها غالبًا على حساب نسبة النباتات المؤنثة. أما بقية حالات الجنس .. فإنها نادرة، ويكون وجودها بنسب منخفضة للغاية. وتعد حالة الجنس صفة وراثية لا تتأثر بالعوامل البيئية.

إن النباتات المذكرة الحادة غير مرغوب فيها، ويعمد منتجو البذور إلى التخلص منها؛ فهى تزهر مبكرة، ويمكن تمييزها بسهولة عن غيرها. وترجع أهمية التخلص منها إلى أنها صغيرة الحجم، وسريعة الإزهار، وتلك صفتان غير مرغوبتين عند الإنتاج التجارى للسبانخ .. كما أنها لا تنتج بذورًا – بحكم كونها مذكرة – لذا .. لا تهم منتج البذور (Jones & Roza ١٩٢٨).

الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار فى نورات طرفية، بينما تحمل الأزهار المؤنثة فى آباط الأوراق التى توجد بامتداد الشمراخ الزهرى. وتوجد الأزهار فى عناقيد يتكون كل منها من ٦–٢٠ زهرة، وهى تخلو من التويج. تتركب الزهرة المذكرة من كأس، تتكون من أربع قنابات،

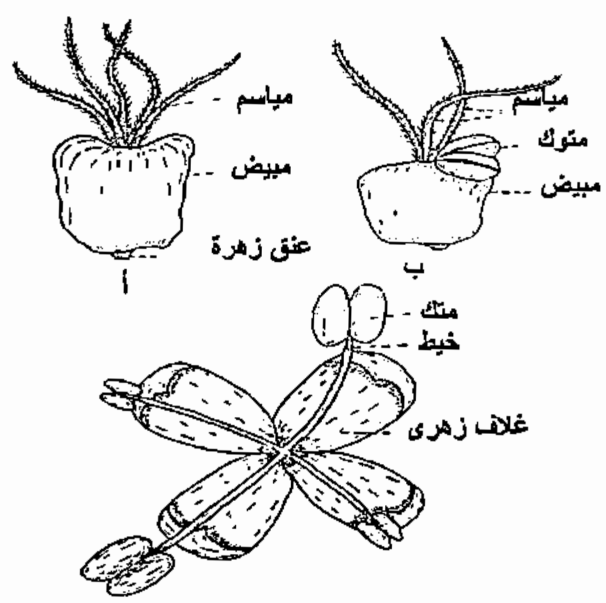
وطلع يتكون من أربع أسدية، لكل منها متكان كبيران. تتفتح متوك الزهرة الواحدة على مدى عدة أيام. وتتركب الزهرة المؤنثة من كأس، تتكون من ٢-٤ قنابات، ومتاع يتكون من مبيض ذى مسكن واحد، وقلم واحد، و ٤-٦ مياسم. (شكل ١١-١).

التلقيح فى السبانخ خلطى بالهواء، وحبوب اللقاح صغيرة جدًّا، لا تفيد معها تغطية النورات بأكياس من القماش لمنع التلقيح الخلطى. وتظل الأزهار المؤنثة مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٢-٣ أيام من تفتحها.

الثمار والبذور

يتكون الجزء الصلب الخارجى من ثمرة السبانخ (وهى التى يطلق عليها - مجازًا - اسم البذرة) من كأس الزهرة المؤنثة، والغلاف الثمرى الخارجى، تحتوى الثمرة على بذرة واحدة، وتسمى - نباتيًّا - urticle. وتحتوى البذرة على جنين ملتو يحيط بجيب من نسيج غير حى هو البيريسبرم perisperm.

تتكون الأشواك - فى أصناف السبانخ ذات الثمار (البذور) الشوكية - نتيجة لبروز وتصلب الأجزاء القنابية من كأس الزهرة.



شكل (١١-١): زهرة السبانخ: (أ) المؤنثة، (ب) الخنثى، (جـ) المذكرة (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

الأصناف

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم الأصناف على الأسس التالية:

١ تقسيم الأصناف حسب طبيعة نموها، حيث تقسم إلى ممددة prostrate، ونصف قائمة semi-erect، وقائمة upright. وعند استخدام الطرز المجعدة فى التصنيع فإن حامض الجبريلليك قد يستعمل قبل الحصاد لجعل النباتات قائمة قليلاً لتقليل مخاطر تلوث الأوراق بالتربة، حيث يصعب تخليص الأوراق المجعدة – من التربة التى تلوثها – بالغسيل – أثناء التصنيع.

٢ – تقسيم الأصناف حسب ملمس الأوراق، حيث تقسم إلى:

أ – ملساء مثل الصنف السالونيكى، واسبينوزا Spinoza (شكل ١١–٢، يوجد فى آخر الكتاب).

ب – مجعدة قليلا، كما فى: فيروفلاى Virofly، وهولانديا Hollandia، وفيكى مَن Vikimun.

جـ – شديدة التجعد، Savoy كما فى: بلومزديل Bloomsdale، وفرجينيا سافوى Virginia Savoy، وهستار Hestar (شكل ١١–٣، يوجد فى آخر الكتاب)

٣ – تقسيم الأصناف حسب ملمس البذور، حيث تقسم إلى:

أ – ملساء كما فى فيروفلاى.

ب – شوكية Prickly، كما فى: السالونيكى، وهولانديا.

٤ – تقسيم الأصناف حسب لون الأوراق، حيث تقسم إلى:

أ – خضراء اللون، كما فى: السالونيكى، ونوبل Nobel.

ب – خضراء قاتمة، كما فى: دارك جرين بلومزديل Dark Green Bloomsdale.

جـ – خضراء مائلة إلى الأزرق، كما فى: كنج أوف دانمرك King of Denmark.

٥ – تقسيم الأصناف حسب سرعة إزهارها، حيث تقسم إلى:

أ – مبكرة، كما فى فيروفلاى.

ب – متأخرة، كما فى لونج ستاندنج بلومزديل Long Standing Bloomsdale.

المواصفات المرغوبة فى أصناف السبانخ

إن من أهم الصفات المرغوبة فى جميع أصناف السبانخ ما يلى:

١ – البذور الملساء حتى تسهل زراعتها.

٢ – النمو القائم حتى لا تتلوث الأوراق بالتربة.

٣ – الأوراق السميكة الغضة ذات اللون الأخضر القاتم.

٤ – ارتفاع نسبة نصل الورقة إلى عنقها.

٥ – المقاومة للآفات السائدة فى منطقة الزراعة.

٦ – ألاّ تكون مبكرة الإزهار.

٧ – أما بالنسبة لملمس الورقة .. فتفضل الأصناف ذات الأوراق الملساء للاستهلاك الطازج فى الوطن العربى، وهى الأصناف المفضلة للتصنيع كذلك. وتفضل الأصناف ذات الأوراق المجعدة للاستهلاك الطازج فى أوروبا، وأمريكا. أما الأصناف ذات الأوراق المجعدة قليلاً .. فتستعمل للغرضين.

مواصفات الأصناف

١ – البلدى أو القبرصى:

البذور شوكية ، والأوراق ملساء صغيرة سهمية الشكل. النبات ضعيف النمو، وسريع الإزهار.

٢ – السالونيكى:

البذور شوكية إلاّ أن أشواكها أصغر حجما مما فى الصنف البلدى – الأوراق ملساء كبيرة، لها فصان فى قاعدة النصل (سهمية الشكل). النبات قوى النمو، وسريع الإزهار، إلاّ أنه أبطأ فى الإزهار من الصنف البلدى. يتساوى فى المحصول مع بعض الهجن المستوردة، و يتفوق على أكثر الأصناف الأجنبية المفتوحة التلقيح – أى غير الهجين – (أبحاث غير منشورة للمؤلف).

٣ – فيروفلاى Virofly:

البذور كروية ملساء، الأوراق ملساء كبيرة سهمية الشكل، النباتات قوية النمو متأخرة الإزهار. يصلح للزراعة فى العروات المتأخرة.

٤ – باسيفيك Pacific:

الأوراق لحمية عريضة، قوى النمو وغزير المحصول. توصى وزارة الزراعة بزراعته (الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

٥ – نوبل Nobel:

البذور كروية ملساء، الأوراق عريضة بها تجعد خفيف. النباتات قوية النمو متأخرة الإزهار.

٦ – كنج أوف دانمرك King of Denmark:

البذور كروية ملساء، الأوراق ملساء عريضة وسميكة. النباتات قوية النمو، متأخرة الإزهار.

٧ – فايكنج Viking:

البذور ملساء، الأوراق ملساء عريضة وسميكة. والنباتات قوية النمو، متأخرة الإزهار.

٨ – هولانديا Hollandi:

البذور شوكية، الأوراق كبيرة ملساء، سهمية الشكل. والنباتات قوية النمو، متأخرة الإزهار.

٩ – فرجنيا سافوى Virginia Savoy:

البذور ملساء، الأوراق مجعدة بدرجة متوسطة. والنباتات قائمة النمو، ومتأخرة الإزهار. (مرسى والمربع ١٩٦٠).

١٠ – فيروفلكس Viroflex:

صنف مفتوح التلقيح، بذوره كروية ملساء، وأوراقه بيضاوية ملساء.

١١– بولكا Polka:

صنف هجين، بذوره كروية ملساء، وأوراقه بيضاوية ملساء.

١٢ – كورِّينتا Correnta:

صنف هجين، بذوره كروية ملساء، وأوراقه قلبية ملساء.

١٣ – مِلودى Melody:

صنف هجين بذوره كروية ملساء، وأوراقه ملعقية نصف مجعدة.

١٤ – رثم Rhythm:

صنف هجين، أوراقه بيضاوية نصف مجعدة.

١٥ – سامبا Samba:

صنف هجين، بذوره كروية ملساء، وأوراقه سهمية ملساء.

ومن أصناف السبانخ الأخرى الهامة – فى الولايات المتحدة – كل من هجين ٤٢٤ Hybrid 424، وأوراقه ملساء، وبونتى Bounty، وشيزابيك هجين Chesapeake Hybrid، وهجين ٧ Hybrid 7، وسفن آر هجين Seven R Hybrid، وأوراقها متوسطة التجعد. وبلومزديل دارك جرين Bloomsdale Dark Green، وأوراقه مجعدة، وبلومزديل لونج ستاندنج Bloomsdale Long Standing، وأوراقه شديدة التجعد (Ware & McCollum ١٩٨٠).

ومن أصناف السبانخ الأخرى – وجميعها من الهجين – ما يلى:

Solar	Avanti
Superdane	Trio
Dash	Predane
Super Alrite	Alrite
Okame	Summer Focus
Grandstand	Meridian
Orient	Dynasty
Camano	Pacific

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف السبانخ .. يراجع Wehner (١٩٩٩).

التربة المناسبة

تعتبر الأراضى الطميية الرملية، والطميية السلتية، والملك Muck (أرض عضوية) أفضل الأراضى لزراعة السبانخ.

ويشترط لنجاح زراعة السبانخ أن تكون الأرض جيدة الصرف، وألا تكون ثقيلة، وأن يتراوح الـ pH فيها بين ٦ و ٧. تتدهور السبانخ بشدة عند انخفاض pH التربة عن

٥,٠، كما تظهر بأوراقها أعراض نقص العناصر الدقيقة التى تثبت فى التربة عند ارتفاع الـ pH عن ٧,٥.

تأثير العوامل الجوية

تبلغ درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور السبانخ ٢١°م، ويتراوح المجال الملائم من ٧-٢٤°م. ولا تنبت البذور فى حرارة أقل من ٢°م، أو أعلى من ٢٩°م.

وتعتبر السبانخ من نباتات الموسم البارد، فهى تنمو جيدًا فى الجو المائل للبرودة، ويتراوح المجال الحرارى الملائم لنمو النباتات بين ١٠-١٧°م. وتعد السبانخ من أكثر محاصيل الخضر تحملاً للصقيع، حيث تتحمل النباتات حرارة تصل إلى ٧°م تحت الصفر، دون أن يحدث لها أى ضرر. ويلاحظ أن الحرارة المنخفضة - خاصة أثناء الليل - تؤدى إلى زيادة التجعد فى الأصناف المجعدة الأوراق. بينما يتأثر النمو النباتى بشدة فى الحرارة المرتفعة. وتكون الأوراق غضة فى الجو الرطب.

تتهيأ نباتات السبانخ للإزهار فى الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية، كما يزداد الإزهار - كذلك - عند تعرض النباتات الصغيرة لحرارة منخفضة تتراوح بين ٥، و ١٥°م.

ويتراوح موسم النمو اللازم للسبانخ بين ٦ و ١٠ أسابيع.

التكاثر وطرق الزراعة

تتكاثر السبانخ بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة.

يحتوى الجرام الواحد من البذور على حوالى ١٠٠ بذرة (ينخفض هذا العدد إلى حوالى ١٢ بذرة فقط فى السبانخ النيوزيلاندى).

وتتراوح كمية التقاوى اللازمة للفدان من ٣-٥ كجم عند الزراعة فى سطور، ومن ٨-١٢ كجم عند الزراعة نثرًا، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة عند الزراعة، حيث تزيد كمية التقاوى المستخدمة فى الجو الحار.

ويمكن إسراع الإنبات، وخفض الإصابة بمرض الذبول الطرى، وذلك بنقع البذور فى

الماء لمدة ٢٤ ساعة ثم معاملتها – بعد تجفيفها سطحيًا – بالثيرام ٠,٧٥٪، أو الكابتان ١٪، أو الداى كلون ١٪ ثم زراعتها دون تأخير.

تزرع السبانخ فى أحواض مساحتها ٢×٣م، أو ٣×٣م نثرًا، أو فى سطور تبعد عن بعضها البعض بحوالى ٢٥ سم. وتكون الزراعة على عمق ١,٥-٢ سم.

ويمكن زراعة البذور آليًا بمعدل ١٠ بذور بكل قدم طولى (٣٠سم) من الخط؛ الأمر الذى ينتهى بوجود حوالى ٦-٨ نباتات بكل ٣٠ سم طولى وهى الكثافة المطلوبة.

هذا وتقل كثافة الزراعة المناسبة عند الزراعة فى سطور منها عند الزراعة نثرًا، وعند الزراعة لأجل التصنيع منها لأجل الاستهلاك الطازج، وعند الزراعة فى المواسم الدافئة نسبيًا منها فى المواسم الباردة.

مواعيد الزراعة

تمتد زراعة أصناف السبانخ المحلية من منتصف أغسطس إلى منتصف شهر نوفمبر، بينما تمتد زراعة الأصناف الأجنبية حتى آخر فبراير، وقد تتأخر عن ذلك فى المناطق الساحلية.

عمليات الخدمة

الخف

يعد الخف من أكثر العمليات الزراعية تكلفة، ولا ينصح بإجرائه؛ لذا .. يجب التحكم فى كمية التقاوى؛ حتى لا تزيد كثافة الزراعة عما ينبغى. ويمكن – عند الضرورة – خف النباتات على مسافة ١٠ سم من بعضها البعض فى السطر، باستعمال فأس صغيرة. وقد تخف النباتات الكبيرة – يدويا – وتباع؛ وبذا يتوفر مكانها لنمو النباتات الصغيرة المتبقية.

العزق ومكافحة الحشائش

يستحيل إجراء العزيق عند الزراعة نثرًا، ولكن يمكن العزق بفأس صغيرة عند الزراعة فى سطور. وتعد مكافحة الحشائش فى حقول السبانخ أمرًا ضروريًا، خاصة فى

مراحل النمو الأولى؛ لأنها تنافس المحصول بشدة، وتزيد من صعوبة إجراء عملية الحصاد.

ويمكن استعمال مبيدات الحشائش التالية فى حقول السبانخ:

١ – سى دى إى سى CDEC (مثل Vegeadex):
يستعمل قبل الإنبات، بمعدل ١,٥–٢ كجم للفدان.

٢ – كلوربروفام Chlorpropham (مثل فرلو Furloe):
يستعمل قبل الإنبات بمعدل ٠,٥–١,٠ كجم للفدان

٣ – سيكلويت Cycloate (مثل Ro-Neet):
يستعمل قبل الزراعة، بمعدل ١,٢٥–١,٥٠ كجم للفدان.

٤ – دى سى بى أى DCPA (مثل داكثال Dacthal):
يستعمل عند الزراعة، بمعدل ٢,٢٥–٥,٢٥ كجم للفدان.

٥ – ترفلورالين Trifluralin (مثل ترفلان Treflan):
يستعمل قبل الإنبات، بمعدل ٠,٢٥–٠,٣٠ كجم للفدان (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

الرى

يروى الحقل عند الزراعة، وقد يروى مرة ثانية قبل إنبات البذور فى الجو الحار يراعى بعد الإنبات أن معظم المجموع الجذرى موجود فى الطبقة السطحية من التربة، لذا .. تحتاج السبانخ إلى الرى المتقارب بكميات قليلة. يؤدى انتظام الرى إلى تشجيع النمو النباتى، وتكوين أوراق غضة، بينما يؤدى الإفراط فى الرى إلى نقص المحصول، واصفرار النباتات.

التسميد

الحاجة إلى العناصر

تستجيب السبانخ للتسميد فى الأراضى الفقيرة. ويمكن الاستدلال على حاجة النباتات للتسميد بتحليل أعناق الأوراق الصغيرة المكتملة النمو، فهى تستجيب عندما

يتراوح تركيز النيتروجين النتراتى بها بين ٤٠٠٠ و ٨٠٠٠ جزء فى المليون، والفوسفور (على صورة PO_4) بين ٢٠٠٠ و ٤٠٠٠ جزء فى المليون، والبوتاسيوم بين ٢ و ٤٪. ويدل الحد الأدنى على المستوى الذى تظهر عنده أعراض نقص العنصر، بينما يدل الحد الأعلى على توفر العنصر للنباتات بما يكفى حاجتها. وتتراوح الاحتياجات السمادية للسبانخ بين ٢٥ و ٧٥ كجم نيتروجينًا، و ٥٠ و ١٠٠ كجم P_2O_5، و ٥٠ و ١٠٠ كجم K_2O للفدان.

وقد أدت زيادة نسبة النيتروجين الأمونيومى فى المحلول المغذى للسبانخ عن ٧٥٪ إلى ضعف النمو النباتى، وبالعكس .. كان النمو أفضل ما يمكن عندما زادت نسبة النيتروجين النتراتى عن ٧٥٪ (Ota & Kagawa ١٩٩٦).

وكان النمو عند نقص البوتاسيوم وتوفر الصوديوم طبيعيًا وأفضل قليلاً من النمو عند توفر البوتاسيوم فقط، هذا بينما عانت النباتات التى لم يتوفر لها البوتاسيوم بالقدر الكافى – مع عدم توفر الصوديوم – من أعراض نقص البوتاسيوم، وكان نموها أضعف من نمو نباتات الكنترول التى توفر لها البوتاسيوم فقط (Takahashi وآخرون ١٩٩٧).

وتظهر أعراض نقص المنجنيز فى السبانخ على صورة اصفرار يبدأ من قمة الأوراق ثم يتقدم ليشمل كل نصل الورقة، ولكن يدوم اللون الأخضر لفترة أطول فى العروق الرئيسية بالأوراق. يلى ذلك ظهور بقع ميتة صفراء بين العروق. وتتشابه تلك الأعراض – إلى حد ما – مع أعراض الإصابة بالمرض الفيروسى "اصفرار السبانخ"، الذى يسببه فيرس موزايك الخيار (Purvis & Carolus ١٩٦٤).

برنامج التسميد

تعطى حقول السبانخ برنامج التسميد التالى:

أولا: أسمدة تضاف قبل الزراعة:

تسمد حقول السبانخ بنحو ١٠م^3 سمادًا بلديًا، و ٥ م^3 زرق دواجن، و ٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و ٣٠ كجم P_2O_5 (٢٠٠ كجم سوبر فوسفات عاديًا). و ٢٠ كجم K_2O (٤٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم)، و ٥ كجم بوراكس للفدان. تضاف هذه الكميات نثرًا، وتخلط جيدًا بالطبقة السطحية من التربة أثناء إعداد الحقل للزراعة.

ثانيا: أسمدة تضاف بعد الزراعة:

تتوقف كميات الأسمدة التي تضاف بعد الزراعة ومواعيد إضافتها على الطريقة المتبعة في رى المحصول، كما يلى:

١ – فى حالة الرى بالغمر:

تسمد حقول السبانخ بعد الإنبات بنحو ٣٠ كجم N، و ٣٠ كجم K_2O للفدان تستخدم نترات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين، بينما تستعمل سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم. تضاف هذه الأسمدة نثرًا بين خطوط الزراعة، على ثلاث دفعات متساوية بعد ٢، و ٤، و ٦ أسابيع من الإنبات، كذلك تحتاج حقول السبانخ إلى رشة أو رشتين بالأسمدة الورقية المحتوية على العناصر الدقيقة بعد ٣، و ٥ أسابيع من الإنبات.

وإذا حشت حقول السبانخ ثم تركت لتجدد نمواتها .. فإنه تلزم إضافة نصف كميات الأسمدة السابقة (أى ١٥ كجم N، و ١٥ كجم K_2O للفدان) بعد كل حشة، مع إعطاء النباتات رشة بالأسمدة الورقية بعد أن تبدأ فى تجديد نمواتها. أما الفوسفور الإضافى .. فيفضل أخذه فى الحسبان ضمن الأسمدة التى تضاف قبل الزراعة، ويكون ذلك بمعدل حوالى ١٠ كجم P_2O_5 مقابل كل حشة إضافية بعد الحشة الأولى.

٢ – فى حالة الرى بالرش:

تعطى السبانخ بعد الإنبات – فى حالة الرى بالرش – برنامجًا للتسميد مماثلاً لما سبق بيانه فى حالة الرى بالغمر، ولكن مع زيادة كميات الأسمدة الموصى بها بنسبة ٣٠٪ وتوزيعها على دفعات أسبوعية بداية من بعد الإنبات بأسبوعين.

الفسيولوجى

فسيولوجيا إنبات البذور

يقل إنبات بذور السبانخ كثيرًا فى الحرارة التى تزيد عن ٢٥°م. وقد أدى غمر البذور فى حامض كبريتيك مركز ٣٦ عيارى لمدة ٣٠ دقيقة أو ١٨ عيارى لمدة ٦٠ أو ١٢٠ دقيقة إلى زيادة نسبة الإنبات النهائية على ٢٥°م إلى ٨٠–٩٥٪، مقارنة بحوالى ٣٠٪ فى البذور التى نقعت فى الماء. كذلك أدى تجريح الجدار الثمرى الخارجى pericarp إلى زيادة نسبة إنبات البذور. وعلى حرارة ٣٠°م أدت معاملات الحامض إلى

تحسين نسبة الإنبات إلى حوالى ٥٠٪، كما أدت معاملة الحامض ثم معاملة النقع فى محلول من البوليثيلين جليكول ٦٠٠٠ ذات ضغط أسموزى - ١,٣ ميجا باسكال لمدة أسبوع على ١٠°م .. أدى ذلك إلى زيادة إنبات البذور - حتى على ٣٠°م - إلى أكثر من ٨٠٪ فى خلال ٨ أيام من الزراعة فى ٦ أصناف من السبانخ، وكانت المعاملة بالبوليثيلين جليكول منفردة أقل فاعلية. وقد أظهر فحص البذور بالمجهر الإليكترونى أن المعاملة بالحامض أزالت طبقة الأديم من الغلاف الثمرى الخارجى وأن الطبقة الخارجة احتوت على نقر بلغ قطر بعضها عند القاعدة ١-٢ ميكروميتر (Masuda & Konisihi ١٩٩٣).

يبدأ تثبيط إنبات بذور السبانخ عند حرارة ثابتة تزيد عن ٢٠°م، ويتوقف الإنبات عند ٣٥°م. ويؤدى تفاوت الحرارة بين ٣٠°م نهارًا، و ١٥°م ليلاً (لمدة ١٢ ساعة فى كل فترة) إلى زيادة الإنبات عما فى حرارة ثابتة مقدارها ٣٠°م. وقد تفاوتت أصناف السبانخ فى مدى تأثر إنبات بذورها فى الحرارة العالية. وفى جميع الحالات .. احتفظت البذور بقدرتها على الإنبات عندما نقلت إلى حرارة أقل. وقد تبين أن الغلاف الثمرى الخارجى (البيريكارب) كان هو المسئول عن عدم إنبات البذور فى الحرارة العالية، حيث أدت إزالته إلى إنبات البذور بنسبة حوالى ٩٠٪ فى ٣٠°م. وربما شكل البيريكارب عائقًا فيزيائيًا وكان مصدرًا لمثبطات الإنبات أثناء استنبات البذور فى الحرارة العالية (Leskovar وآخرون ١٩٩٩).

ومن المعاملات الأخرى التى تفيد فى تحسين إنبات البذور نقعها فى محلول من أى من هيبوكلوريت الصوديوم، أو فوق أكسيد الأيدروجين، حيث تؤدى أى من المعاملتين إلى إضعاف الغلاف الثمرى وتحسين تبادل الغازات، كما تؤدى إلى أكسدة مثبطات الإنبات فى الغلاف الثمرى.

ويفيد مجرد نقع البذو فى الماء على حرارة ٣٠°م فى تخليص الغلاف الثمرى من بعض مثبطات الإنبات؛ ومن ثم تحسين إنباتها. وقد أدى تَشَرُّب البذور العادية بهذا المنقوع إلى ضعف إنباتها مقارنة بتلك التى تشربت بالماء.

ونجد فى الحرارة العالية أن الأكسجين ينخفض مستواه فى الماء الذى تستنبت فيه البذور فى الوقت الذى يزداد فيه نشاط الجنين وحاجته من الأكسجين.

وقد تؤدى المعاملة بفوق أكسيد الأيدروجين إلى توفير الأكسجين للجنين. حيث يقوم إنزيم الكتاليز فى البذور بتحويل H_2O_2 إلى أكسجين وماء.

وقد أوضحت دراسات Katzman وآخرون (٢٠٠١) على أربعة أصناف من السبانخ أن أعلى نسبة إنبات حصل عليها كانت عندما نقعت البذور فى محلول من هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl بتركيز ٠,٥٪ لمدة ٤ ساعات ثم نقعها فى الماء لمدة ١٥ ساعة، أو نقعها فى الماء فقط، ولكن تجانس الإنبات كان أفضل ما يمكن عندما إزيل الغلاف الثمرى (decoating)، وخاصة عندما أجرى الإنبات على ٣٠°م وعلى الرغم من ذلك فإن نسبة الإنبات النهائية على ٣٠°م كانت أعلى فى معاملة هيبوكلوريت الصوديوم حيث بلغت ٩٤٪ مقارنة بنسبة إنبات ٦٩٪ فى معاملة إزالة الغلاف الثمرى ولذا . أوصى الباحثون بمعاملة النقع فى هيبوكلوريت الصوديوم عندما تكون الزراعة فى حرارة عالية، وبمعاملة إزالة الغلاف الثمرى عندما تكون الزراعة فى ١٨°م حيث تعمل على زيادة تجانس الإنبات

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

الحرارة العالية

درس Lee وآخرون (١٩٩٨) تأثير درجة حرارة المحلول المغذى للسبانخ النامية فى مزرعة مائية عندما كانت حرارة الهواء ثابتة عند ٣٣°م. أدى رفع حرارة المحلول المغذى إلى أكثر من ٢٦°م إلى تثبيط النمو الجذرى وزيادة محتوى النباتات من السكريات وفى حرارة محلول مغذى ٣٠°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً كان النمو الجذرى وامتصاص العناصر جيدين، ولكن لم يكن لخفض درجة حرارة المحلول المغذى ليلاً فائدة عندما كانت حرارته نهارًا ٣٤°م

الحرارة المنخفضة

تزداد قدرة السبانخ على تحمل حرارة التجمد لدى أقلمتها على حرارة منخفضة (٥°م نهارًا مع ٢°م ليلاً)، كما تُفقد تلك الأقلمة لدى تعرضها للحرارة المرتفعة (٢٠°م نهارًا مع ١٧°م ليلاً)، وتحدث كلاً من الأقلمة acclimation وفقد الأقلمة deacclimation بسرعة

كبيرة فى كل الأصناف، ولكن يتفاوت المدى فى زيادة القدرة على تحمل التجمد بين درجتين وأربع درجات مئوية – بعد يوم واحد من التعرض لظروف الأقلمة – باختلاف الأصناف. ويحدث أكبر تغير فى القدرة على تحمل التجمد خلال الأيام الثلاثة الأولى من الأقلمة، ويقل هذا التغير (تقل الزيادة فى التأقلم) سريعًا بعد ذلك إلى أن ينعدم تقريبًا بعد ١٤ يومًا من الأقلمة. ولدى التعرض لظروف فقد الأقلمة تفقد النباتات الكاملة الأقلمة بين ثلاث وخمس درجات مئوية من القدرة على تحمل حرارة التجمد فى خلال يوم واحد، ولا يحدث مزيد من الفقد فى خاصية تحمل حرارة التجمد بعد اليوم الثالث من التعرض لظروف فقد الأقلمة (Fennell & Li ١٩٨٧).

فسيولوجيا الإزهار

اكتشف Garner و Allard عام ١٩٢٠ أن نباتات السبانخ تتجه نحو الإزهار فى النهار الطويل. ودراسات Knott على السبانخ عام ١٩٣٤ هى التى أوضحت أن الأوراق هى العضو النباتى الذى يستقبل تأثير الفترة الضوئية على الإزهار. وتبين من دراسات Magruder و Allard عام ١٩٣٧ وجود اختلافات كبيرة بين أصناف السبانخ فى استجابتها للفترة الضوئية. ويرجع إلى Knott – عام ١٩٣٩ – الفضل فى اكتشاف العلاقة بين الفترة الضوئية، ودرجة الحرارة فى التأثير على الإزهار فى السبانخ، حيث توصل من دراسته إلى النتائج التالية:

١ – كان الإزهار أكثر تبكيرًا فى النباتات التى عرضت لمدة شهر لحرارة ١٠–١٦°م عما فى النباتات التى عرضت للمدة ذاتها لحرارة ١٦–٢١°م، أو ٢١–٢٧°م.

٢ – أدى تعريض النباتات لدرجة حرارة ٤–١٠°م، مع فترة ضوئية مقدارها ١٥ ساعة إلى إزهارها بسرعة كبيرة، عندما نقلت بعد ذلك لدرجة حرارة أعلى مع نفس الفترة الضوئية، وازدادت سرعة الإزهار مع ارتفاع درجة الحرارة التى نقلت إليها النباتات.

٣ – تأثير معدل نمو الشمراخ الزهرى بالفترة الضوئية بدرجة أكبر من تأثره بدرجة الحرارة (عن Piringer ١٩٦٢).

وقد وجد Parlevliet (١٩٦٧) أن نمو الساق والإزهار يتأثران كميًا بالفترة الضوئية فى

معظم الأصناف، إلاّ أن احتياج بعض الأصناف كان مطلقا للفترة الضوئية الطويلة حتى تزهر. كما وجد أن تعريض النباتات لدرجة حرارة منخفضة تراوحت بين ٢ و ٨ْم .. أدى إلى إسراع نمو الساق، والإزهار، وإمكان تهيئة النباتات للإزهار فى فترة ضوئية أقصر. كذلك أدى خفض شدة الإضاءة إلى خفض الفترة الضوئية اللازمة لتهيئة النباتات للإزهار، وكان هذا التأثير أقوى فى الأصناف المتأخرة. وقد كان تأثر السبانخ بكل من الحرارة المنخفضة، والفترة الضوئية فى أية مرحلة من نموها؛ أى أنها لا تمر بفترة حداثة Juvenile Period.

ويلخص Yamaguchi (١٩٨٣) العوامل المؤثرة فى إزهار السبانخ فيما يلى:

١ – تعد السبانخ من نباتات النهار الطويل من حيث الإزهار، وتتراوح الفترة الضوئية الحرجة بين ١/٢ ١٢ و ١٥ ساعة حسب الصنف.

٢ – عندما تكون الفترة الضوئية أطول من الفترة الحرجة .. فإن الحرارة العالية تؤدى إلى إسراع نمو الشمراخ الزهرى.

٣ – تزداد سرعة الإزهار مع زيادة طول الفترة الضوئية، وتعد النباتات الأكبر عمرًا أكثر حساسية للفترة الضوئية من النباتات الأصغر.

٤ – يحدث أسرع إزهار عند تعريض النباتات لدرجة حرارة منخفضة، ثم لدرجة حرارة مرتفعة، مع فترة ضوئية طويلة.

٥ – يؤدى تزاحم النباتات إلى سرعة اتجاهها نحو الإزهار.

ويعد الصنفان: البلدى، والسالونيكى من أسرع الأصناف فى الإزهار، وهما ليسا بحاجة إلى معاملة الحرارة المنخفضة حتى يزهرا، بينما تحتاج أصناف أخرى – مثل: لونج ستاندنج، وفايكنج، وكنج أوف دانمرك – إلى التعرض للحرارة المنخفضة حتى تزهر فى النهار الطويل؛ لذا فإنها تتأخر فى الإزهار.

وتتوفر المقاومة للحنبطة فى أصناف، مثل: Tyce، و Olympia، و Skookum، و Bejo 1369، و Splendor، و Coho.

وفى اليابان – حيث انتشرت مؤخرًا زراعة وإنتاج السبانخ فى المزارع المائية – تتم الزراعة بطريقة الشتل؛ بما يسمح بإنتاج الشتلات فى ظروف مغايرة لتلك التى ينتج

فيها المحصول. وقد وجد Kim وآخرون (٢٠٠٠) أن تعريض النباتات أثناء نموها فى المشتل لفترة إضاءة قصيرة (٨ أو ١٢ ساعة يوميًا) أخّر الإزهار والحنبطة عندما نقلت النباتات لفترة إضاءة طويلة (متوسط ½ ١٥ ساعة يوميًا) وحرارة عالية (١٧°م للحرارة الدنيا، و ٣٧°م للحرارة العظمى) بعد ذلك؛ بما يسمح بإنتاج محصول اقتصادى من السبانخ فى ظروف مهيئة للإزهار ومحفزة له.

وفى دراسة أخرى وجد أن النمو الخضرى وقت الشتل كان كبيرًا فى ظروف الفترة الضوئية الطويلة بسبب زيادة قدرة النباتات على البناء الضوئى تحت تلك الظروف، كما كانت الاستجابة للفترة الضوئية الطويلة – من حيث تهيئة النباتات للإزهار – كمية، وكانت الفترة الضوئية الحرجة للتهيئة للإزهار أطول من ١٣ ساعة وأقل من ١٥ ساعة. وقد أعطت النباتات التى نمت فى فترة ضوئية أطول – أثناء إنتاج شتلاتها – سيقانًا زهرية أطول عند حصادها. كذلك أدت الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية بعد الحصاد – أو أى منهما منفردة – إلى تحفيز استطالة السيقان الزهرية. وأدى إنتاج الشتلات فى فترة ضوئية أقل من الفترة الحرجة للتهيئة للإزهار إلى تقليل استطالة السيقان الزهرية، حتى حينما زرعت النباتات فى ظروف فترة ضوئية طويلة وحرارة عالية لمدة أسبوعين بعد الشتل (Chun وآخرون ٢٠٠٠).

وقد تبين أن التأخير الذى يحدث فى الإزهار عندما تتعرض الشتلات لفترة ضوئية قصيرة يكون مرده إلى تأخير التهيئة للإزهار، وليس إلى ضعف النمو الخضرى تحت تلك الظروف (Chun وآخرون ٢٠٠١).

التحول الجنسى

يُعَبَّر عن الجنس فى السبانخ – مورفولوجيًا – بصورة مرنة، حيث يمكن أن تتحول النباتات من حالة ثنائية الجنس dioecy إلى حالة الـ andrmonoecy (حمل أزهار مذكرة مع نسبة قليلة من الأزهار الخنثى)، وحالة الـ gynomonoecy (حمل أزهار مؤنثة مع نسبة قليلة من الأزهار الخنثى) بتأثير الإكثار عن طريق زراعة الأنسجة، والمعاملة بحامض الجبريلليك. ففى إحدى الدراسات كانت جميع النباتات التى أنتجت من نباتات أنثى بطريقة زراعة الأنسجة مؤنثة، بينما تضمنت تلك التى نتجت من إكثار

نباتات مذكرة نباتات andromonoecious بنسبة ١٣,٢٪ في الصنف Jiromaru، و ٥,٤٪ في الصنف Nippon. وباستمرار الإكثار عن طريق مزارع الأنسجة في الصنف Jiromaru أعطت النباتات التي كان قد حصل عليها من نباتات مؤنثة نباتات gynomonoecous بنسبة وصلت إلى ٦٣,٧٪ بينما أعطت ١١,٨-٥٤,٩٪ من تلك التي كان قد حصل عليها من نباتات مذكرة نباتات andromonoecous. وأدت معاملة المزارع بحامض الجبرلليك إلى زيادة حالة الـ andromonoecy (Komai وآخرون ١٩٩٩).

محتوى الكاروتين

تبين أن محتوى السبانخ من البيتاكاروتين ينخفض جوهريًا عند الفجر، ثم يزداد ويبقى عاليًا نسبيًا حتى الغَسَق؛ ولذا يوصى بعدم إجراء الحصاد مبكرًا في الصباح حينما يكون مستوى البيتاكاروتين منخفضًا (Oyama وآخرون ٢٠٠٠).

المحتوى البروتيني

أمكن زيادة نسبة البروتين في أوراق السبانخ بزيادة مستوى التسميد الآزوتي. وقد كان ذلك مصحوبًا بنقص في محتوى الأوراق من الحامض الأميني مثيونين methionine، ومن ثم .. انخفضت نوعية البروتين؛ لأنه من الأحماض الأمينية الضرورية (Arthey ١٩٧٥)

محتوى الأوكسالات

تباينت أصناف السبانخ في محتوى أوراقها من حامض الأوكساليك الذائب؛ حيث تراوح - على سبيل المثال - بين ٥٦٠ مجم/١٠٠جم وزن طازج في الصنف Lead، و ٧٤٠ مجم في الصنف Magic، كما تباينت نسبة حامض الأوكساليك الذائب إلى الكلي من ٠,٨٠٠ إلى ٠,٨٧١ في الصنفين على التوالي (Watanabe وآخرون ١٩٩٤). وعموما .. فإن محتوى الأوراق من الأوكسالات ينخفض في الأصناف السريعة النمو مقارنة بالأصناف البطيئة النمو، على الرغم من عدم وجود ارتباط بين معدل النمو النسبي للأوراق ومحتواها من الأوكسالات (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

وينخفض تركيز محتوى أوراق السبانخ من الأوكسالات كلما بعدت الورقة عن قاعدة

النبات، وتتباين الأصناف فى شدة هذا الانخفاض، فهو - على سبيل المثال - يكون شديدًا فى الصنفين Okame، و Kyoho، ولكنه يكون قليلاً فى الصنف Virofly (Okutani & Sugiyama ١٩٩٤)، كما ينخفض المحتوى جوهريًا بزيادة الوزن الطازج للأوراق؛ ومن ثم يختلف المحتوى باختلاف الحشّات (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

ويرتبط محتوى السبانخ من حامض الأوكساليك سلبيًا - بصورة جوهرية - مع نسبة الساق فى النباتات التى يتم حصادها بمختلف الأصناف، ويرتبط إيجابيًا بمحتوى الأوراق من الكلوروفيل وبمدى دكنة لونها الأخضر، علمًا بأن دكنة اللون الأخضر ترتبط إيجابيًا - كذلك - بالمحتوى الكلوروفيللى (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

ويزيد محتوى أوراق السبانخ من حامض الأوكساليك بزيادة التسميد البوتاسى والنيتروجينى، ويقل بزيادة مستوى التسميد الفوسفاتى (Regan وآخرون ١٩٦٨). كما يزيد تركيز حامض الأوكساليك بانخفاض درجة الحرارة (Ryder ١٩٧٩).

كما وجد أن محتوى الأوكسالات الكلى والذائب انخفضا بزيادة نسبة الأمونيوم إلى النترات فى المحلول المغذى (Ota & Kagawa ١٩٩٦).

وكان للأسمدة البطيئة التيسر تأثيرًا جيدًا على محتوى الأوراق من الأوكسالات، حيث انخفض محتوى حامض الأوكسالات عندما سمدت النباتات باليوريا المغطاة بالكبريت، أو بسلفات الأمونيوم المغطاة بالكبريت مقارنة بمحتواها عندما كان التسميد بسلفات الأمونيوم العادية (Takebe وآخرون ١٩٩٦).

وأدى تظليل النباتات بنسبة ٣٠٪ أو ٥٠٪ من الإنبات حتى الحصاد إلى نقص محتوى السبانخ من كل من الأوكسالات وحامض الأسكوربيك (Nakamoto وآخرون ١٩٩٨).

كذلك ازداد تركيز حامض الأوكساليك مع الانخفاض فى درجة الحرارة (عن Ryder ١٩٧٩).

هذا .. وبينما لا يؤثر حامض الأوكساليك تأثيرًا يذكر على ضبط الضغط الأسموزى فى

النبات، فإن أوكسالات البوتاسيوم تلعب دورًا رئيسيًا فى هذا الشأن (Sugiyama وآخرون ١٩٩٩).

محتوى النترات

يعتبر المحتوى المرتفع من النترات فى غذاء الإنسان سامًا له، وذلك لأن أيون النترات يؤدى – لدى وصوله إلى الدم – إلى تحويل أيون الحديدوز الموجود بهيموجلوبين الدم إلى أيون الحديديك، فيتكون نتيجة لذلك مركب مثموجلوبين methmoglobin الذى لا يمكنه نقل الأكسجين. يوجد هذا المركب بصورة طبيعية فى دم الأفراد الأصحاء بنسبة تصل إلى ١٪ من الهيموجلوبين الكلى فى البالغين، و ٤٪ فى الأطفال حديثى الولادة، و ٦٪ فى صغار الأطفال المصابين بأمراض الجهاز التنفسى. تتحول هذه الكميات البسيطة – إنزيميًا – إلى هيموجلوبين بصورة تدريجية، ولكن زيادة نسبة المثموجلوبين عن الحدود المشار إليها تؤدى إلى تراكمة بمعدلات غير طبيعية. ويزداد الضرر فى الأطفال الحديثى الولادة عنه فى الأطفال الأكبر، أو البالغين.

وقد وجدت اختلافات وراثية بين أصناف السبانخ، والخس، والفجل، والفاصوليا الخضراء فى محتواها من النترات. وتعد السبانخ أكثر الخضروات احتواءً على النترات، خاصة فى أعناق الأوراق التى يزيد محتواها من النترات عن عدة أضعاف من محتوى الأنصال. ويعنى ذلك أن التخلص من أعناق الأوراق عند إعداد السبانخ للطهى، أو للتصنيع يؤدى إلى التخلص من جزء كبير من النترات (Maynard وآخرون ١٩٧٦).

وقد تراوحت نسبة النترات فى أوراق ثلاثة أصناف من السبانخ من ٠,٠٤٥٪ إلى ٠,١٧٪ على أساس الوزن الجاف. وعلى الرغم من التفاوت الكبير المشاهد بين الأصناف فى محتواها من النترات .. إلا أن المستوى يعد منخفضًا – بوجه عام – ولا يمكن أن يضر الشخص البالغ (Barker وآخرون ١٩٧٤، Maynard & Barker ١٩٧٤).

وتراوح تركيز النترات فى الأوراق الطازجة لصنفين من السبانخ بين ٢٤٠٠، و ٢٥٠٠ جزء فى المليون (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

وفى محاولة لمعرفة طبيعية الاختلافات بين الأصناف فى قدرتها على تراكم أيون

النترات بها .. وجد Olday وآخرون (١٩٧٦) أن نشاط إنزيم نترات رد كتيز NO_3^- reductase كان أقل فى الصنف أميركا مما فى الصنف هجين ٤٢٤ Hybrid 424، علمًا بأن النترات تتراكم فى جذور الصنف الأول وأوراقه بدرجة أكبر مما فى الصنف الثانى.

ويرتبط محتوى نباتات السبانخ من النترات – إيجابيًا – بصورة جوهرية – بنسبة الساق – فى النباتات التى يتم حصادها من مختلف الأصناف، ولكنه لا يرتبط بدرجة تجعد الأوراق (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

وتتراكم النترات فى السبانخ مع زيادة التسميد الآزوتى، وفى الضوء عنه فى الظلام، وفى الأيام المشمسة عنه فى الأيام الملبدة بالغيوم.

وعلى الرغم من ازدياد محتوى أوراق السبانخ من كل من النترات nitrate والنتريت nitrite مع زيادة مستوى التسميد الازوتى، فإن مستواهما ظلّ فى الحدود الآمنة التى تحددها بعض الدول. وأدى استعمال المصادر العضوية للنيتروجين إلى إنتاج أفضل نوعية من السبانخ بأقل محتوى من النترات (Martinetti ١٩٩٥).

وقد حاول Mills وآخرون (١٩٧٦) التوصل إلى مستوى التسميد الآزوتى، الذى يعطى أكبر محصول مع أقل نسبة ممكنة من أيون النترات، واستخدموا فى هذه الدراسة الصنف أميركا America، الذى تتراكم فيه النترات بدرجة عالية، وكانت نتائجهم كما يلى:

١ – كان تراكم النترات فى الأوراق أقل عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للآزوت، عما كانت عليه الحال عند التسميد بنترات البوتاسيوم. وكان ذلك مصحوبًا – أيضًا – بنقص فى المحصول، وربما كان ذلك بسبب تسمم النباتات بأيون الأمونيا من جرّاء زيادة التسميد النشادرى.

٢ – أدت المعاملة بالنيترابيرين nitrapyrin – وهو مركب مثبط لعملية النترتة Nitrification Suppressor – إلى نقص كبير فى محتوى الأوراق من النترات. وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى المحصول الكلى عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للآزوت. ولكن لم تكن للمعاملة أى تأثير على تراكم النترات، وكان تأثيرها على المحصول قليلاً عندما كان التسميد بنترات البوتاسيوم.

٣ – تحققت أفضل النتائج لدى إضافة نصف الآزوت في صورة أمونيا، والنصف الآخر في صورة نترات، حيث تساوى المحصول في هذه الحالة مع إضافة الآزوت كله في صورة نترات فقط، وكان ذلك مصحوبًا بنقص تراكم النترات بنسبة ٣٥٪ في حالة عدم المعاملة بالنيترابيرن، وبنسبة ٥٠٪ عند المعاملة به. كما لم تكن لمعاملة النيترابيرن أى تأثير سلبى على المحصول

وقد أدت زيادة قوة المحلول المغذى للسبانخ في مزرعة مائية إلى ٥ ديسي سيمنتر/م dS/m إلى زيادة الوزن الطازج للأوراق جوهريًّا. وبينما لم تؤثر زيادة تركيز العناصر الكبرى (النيتروجين، أو الفوسفور، أو البوتاسيوم) في النمو، فإن إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى المحلول المغذى بقوته القياسية (٢,٣ ديسي سيمنتر/م) حفزت النمو النباتي بدرجة توقفت على الرطوبة النسبية، وحدثت أفضل معدلات نمو عند إضافة كلوريد الصوديوم بتركيز جرامين/لتر عند رطوبة نسبية ٧٥ ± ٥٪، أو بتركيز جرام واحد/ لتر عند رطوبة نسبية ٦٠ ± ٥٪. وقد كان فقد الرطوبة من الأوراق بعد الحصاد أعلى في نباتات الكنترول عما في تلك التي نمت في وجود كلوريد الصوديوم هذا ولم تؤثر المعاملة بكلوريد الصوديوم على محتوى أوراق السبانخ من أى من أيوني الأوكسالات أو النترات (Masuda & Momura ١٩٩٧).

الحصاد والتداول والتخزين

النضج والحصاد

يمكن حصاد نباتات السبانخ في أى وقت، بداية من مرحلة نمو ٥–٦ أوراق إلى ما قبل إزهارها مباشرة، ويزداد المحصول كلما تركت النباتات لتكبر في الحجم. ولكن يجب أن يجرى الحصاد – دائمًا – قبل بداية نمو الشمراخ الزهرى، وإلا فقدت النباتات قيمتها التسويقية ويكون الحصاد عادة بعد شهر ونصف إلى شهرين ونصف من الزراعة

هذا . ويصرح في بعض الولايات المتحدة الأمريكية برش نباتات السبانخ بحامض الجبريلليك قبل الحصاد لتسهيل عملية الحصاد، وزيادة المحصول، وتحسين نوعيته.

تعطى رشة واحدة بمعدل ٦-٨ جم من المادة الفعالة للفدان فى ٤٠-٢٠٠ لتر ماء قبل موعد الحصاد المتوقع بنحو ١٠-١٨ يومًا. ويجب ألاّ تقل الحرارة وقت إجراء المعاملة عن ٤,٤°م، وأن تتم وقت توفر الندى على الأوراق. هذا علمًا بأن الحنبطة تبدأ فى خلال عدة أيام من المعاملة فى حرارة ٢٤°م (Read ١٩٨٢).

تحصد السبانخ لأجل التسويق الطازج بقطع النباتات من الجذر تحت الأوراق السفلية مباشرة، ويجرى ذلك بسكين حاد، أو بفأس صغيرة. وفى النهار القصير .. يمكن إجراء الحصاد بقطع النباتات من فوق سطح التربة، ثم تركها لتنمو من جديد، وبذا يمكن الحصول على أكثر من حشه. وتؤخذ - عادة - الحشات الثلاث الأولى بعد شهر ونصف الشهر من الزراعة، ثم كل خمسة أسابيع بعد ذلك. أما السبانخ التى تزرع لأجل التصنيع، فإنها تقطع آليًا من فوق سطح التربة بنحو ٢,٥ سم.

يجب ألاّ يجرى الحصاد بعد المطر مباشرة، أو بعد الندى الكثيف؛ وذلك لأن الأوراق تكون سهلة التقصف فى هذه الظروف.

ويجرى الحصاد لأجل التصنيع عندما يبلغ طول النباتات حوالى ٤٠ سم، ويتم بقطع النباتات أعلى سطح التربة بنحو ١٥ سم، بهدف تجنب حصاد أكبر قدر من الساق وأعناق الأوراق، وأكبر عدد من الأوراق السفلية والمسنة التى دخلت مرحلة الشيخوخة. وفى الحشة الثانية تستخدم أسلحة دوّارة للتخلص من الأوراق الصفراء والمسنة ولإبعاد التربة قليلاً عن تاج النباتات لتسهيل حصادها. وتبعًا لدرجة الحرارة وكثافة الزراعة، فإنه يلزم عادة ٣-٤ أسابيع بين الحشتين للحصول على نمو مناسب.

يتراوح محصول الفدان بين ٤ و ١٠ أطنان، بمتوسط قدره حوالى ٧ أطنان عند تقليع النباتات بجذورها بعد اكتمال نموها. أما عند إجراء ثلاث حشات .. فمن الممكن أن يصل المحصول إلى ١٢-١٥ طنًا للفدان. وتتوقف كمية المحصول فى أى من طريقتى الحصاد على الظروف الجوية وخصوبة التربة.

التداول

بعد إجراء الحصاد ونقل المحصول إلى محطة التعبئة فإن الأوراق تمر أولاً على بنش

مثقب هزاز لتسهيل التخلص من التربة والبقايا النباتية، ويلى ذلك إسقاط الأوراق فى الماء على حرارة ١٠°م للتخلص من حرارة الحقل، وللتخلص من المواد الملتصقة بها، ولتثبيط النشاط الميكروبى. ويلى لك مرور المنتَج على سير متحرك للفحص اليدوى والتخلص من المواد غير المرغوب فيها. تعبأ السبانخ بعد ذلك فى أكياس شبكية من النيلون، وتوضع فى تانك آخر يحتوى على ماء متحرك على حرارة ١٠°م لأجل الشطف النهائى. ويلى ذلك تعريض الأكياس لعملية طرد مركزى للتخلص من الماء. وفى النهاية تعبأ السبانخ آليًا فى أكياس وتخزن على حوالى ٢°م وتشحن إلى الأسواق.

وتعتبر الأضرار التى تحدث بالسبانخ أثناء حصادها وتداولها أهم العوامل التى تؤثر فى جودة المنتج.

وقد وجد أن أكسدة الليبيدات والتسرب الأيونى يزدادان مع زيادة عدد مراحل التداول التى أسلفنا بيانها، ومع زيادة فترة التخزين، وكانت أكثر مراحل التداول تأثيرًا (سلبيًا) على جودة السبانخ المخزنة هى مرحلتا: الهزّ، والطرد المركزى (Hodges وآخرون ٢٠٠٠).

ويمكن تبريد السبانخ مبدئيًا بإضافة الثلج المجروش إليها، أو بطريقة الغمر فى الماء المثلج، أو بطريقة التبريد تحت تفريغ. ويجب بلّ السبانخ – التى تزيد حرارتها عن ٢٤°م – قبل تبريدها بالتفريغ. وتفيد كلورة ماء الغسيل أو ماء التبريد بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون فى منع تزايد أعداد البكتيريا فى الماء، ولكن ذلك الإجراء لا يفيد فى منع عفن المنتج بعد ذلك.

ويفضل تعبئة محصول السبانخ المعد للاستهلاك الطازج فى أكياس من البوليثيلين المثقب الذى يسمح بتبادل الغازات. ويفضل كذلك تدريج المحصول قبل تعبئته. ويمكن الرجوع إلى Sackett (١٩٧٥) بشأن رتب السبانخ ومواصفاتها فى الولايات المتحدة الأمريكية.

التخزين

تفقد السبانخ قيمتها التسويقية بعد تخزينها لمدة ٢٤ يومًا على ١,٧°م، أو ٧ أيام على

١٠°م، أو يومين على ١٨,٣°م. ومع زيادة شروط الجودة المطلوبة في السبانخ من قبل المستهلكين، فإن من المرجح أن نصف تلك الفترات يعد حدًا أقصى للتخزين على درجات الحرارة المبينة قرين كل منها حاليًا.

ويمكن تخزين السبانخ بحالة جيدة لمدة ١٠-١٤ يومًا فى درجة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٥ و ١٠٠٪. وتفيد إضافة الثلج المجروش لتبريد المحصول بسرعة، والتخلص من الحرارة المنطلقة من التنفس.

ومن أهم الأضرار التى تحدث للسبانخ أثناء التخزين ما يلى:

١ – ذبول الأوراق. ويزداد الذبول عند ارتفاع درجة الحرارة، أو نقص الرطوبة النسبية.

٢ – نقص المادة الجافة نتيجة لاستهلاكها فى التنفس، الذى يزداد معدله عند ارتفاع درجة الحرارة.

٣ – الإصابة بالأمراض. وتزداد الإصابة عند ارتفاع درجة الحرارة.

تختلف أصناف السبانخ في سرعة اصفرار أوراقها وشيخوختها بعد الحصاد، ويعد الصنف Spokane أسرع وصولاً إلى مرحلة الشيخوخة عن الصنف BJ412 Sponsor. وقد وجد أن مركب المالوندى ألدهيد malondialdehyde يتراكم فى أوراق كلا الصنفين مع الوقت بعد الحصاد (على ١٠°م فى الظلام)، ولكن بمستويات أعلى جوهريًا فى اسبوكى، وحدثت تغيرات كيميائية أخرى فى هذا الصنف (هى: تدهور نشاط الأسكوربيت بيروكسيديز ascorbate peroxidase، ونقص مستوى حامض الأسكوربيك، وزيادة نشاط إنزيم سوبر أوكسيد دسميوتيز superoxide simutase) ظهرت آثارها فى تراكم فوق أكسيد الأيدروجين hydrogen peroxide؛ ومن ثم زيادة احتمالات أكسدة الدهون فى هذا الصنف وسرعة شيخوخة أوراقه المقطوفة عما فى الصنف BJ412 Sponsor (Hodges وآخرون ٢٠٠١).

هذا .. وتزداد فترة احتفاظ السبانخ بجودتها على ٥°م إلى ثلاثة أسابيع عند زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون فى هواء المخزن إلى ١٠٪؛ بما يعنى زيادة الصلاحية للتخزين

بمقدار الضعف تدريجيًا مقارنة بالتخزين المبرد العادى (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

ويعتبر الجو المعدل المثالى الذى يناسب تخزين السبانخ هو الذى يحتوى على ١٠-٤٠٪ ثانى أكسيد كربون، و ١٠٪ أكسجين؛ الأمر الذى يتحقق عند تخزين السبانخ فى أكياس بلاستيكية مثقبة. هذا .. إلا أن Saltveit (١٩٩٧) يوصى بتخزين السبانخ فى ٧-١٠ أكسجين مع ٥-١٠٪ ثانى أكسيد كربون.

ويمكن خفض تركيز الأكسجين فى الجو المعدل لتخزين السبانخ إلى ٠,٨٪ دون أن يفقد المنتج جودته بسبب الظروف اللاهوائية (Ko وآخرون ١٩٩٦).

الأمراض والآفات ومكافحتها

تصاب السبانخ بعدد من مسببات الأمراض التى تصيب البنجر، والتى منها الفطر *Aphanomyces cochlioides*، المسبب لسقوط البادرات وعفن الجذور. وفيروسات التفاف أوراق البنجر، واصفرار أوراق البنجر الخفيف، وموازيك البنجر، واصفرار البنجر الكاذب، واصفرار البنجر. وقد نوقشت هذه الأمراض، وطرق مكافحتها ضمن آفات البنجر. كذلك تصاب السبانخ بأمراض أخرى، وهى التى نتناولها بالدراسة فى هذا الجزء.

الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور

تنتقل مسببات الأمراض التالية عن طريق البذور فى السبانخ (عن George ١٩٨٥):

المرض	المسبب
تبقع الأوراق Leaf spot	*Cladosporium variabile*
الأنثراكنوز Anthracnose	*Colletortichum dematium f. spinaciae (=C. spinaciae)*
تبقع الأوراق Leaf spot	*Colletotrichum spinaciicola*
الذبول Wilt	*Verricillium sp.*

البياض الزغبى Downy Mildew أو العفن الأزرق Blue Mold

يسبب الفطر *Peronospora farinose* f. sp. *spinaciae* (= *P. effusa*) مرض البياض

الزغبى فى السبانخ. تتشابه أعراض الإصابة بأعراض مرض البياض الزغبى فى البنجر، فيما عدا أن جميع أوراق السبانخ – المكتملة النمو منها، وغير المكتملة النمو – تكون قابلة للإصابة بنفس الدرجة. تكون البقع المرضية على السطح العلوى للورقة غير محددة الشكل، وصفراء فى البداية (شكل ١١–٤، يوجد فى آخر الكتاب)، ويظهر السطح السفلى للورقة – فى موضع الإصابة – وهو مغطى بنمو وبرى أبيض اللون، يتحول بعد ذلك إلى قرمزى مائل إلى الأزرق (شكل ١١–٥، يوجد فى آخر الكتاب)، وتجف الورقة وتموت فى نهاية الأمر.

ينتشر المرض فى الجو البارد الرطب؛ لذا .. فإنه يكثر فى المناطق الساحلية. وتنتشر جراثيمه بواسطة التيارات الهوائية. وينتقل الفطر المسبب للمرض عن طريق البذور؛ حيث يعيش الميسيليوم فى غطاء البذرة، وتحمل الجراثيم البيضية على سطح البذرة. كما يعيش الفطر ساكنًا فى التربة.

يكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة، وبالرش بالمبيدات المناسبة، مثل: الزينب، والمانيب (Dixon ١٩٨١).

وتتوفر المقاومة للبياض الزغبى فى أصناف مثل Baker، و Cascade، و Olympia (وجميعها تقاوم السلالات ١، و ٢، و ٣ من الفطر)، و Bossanova، و Bolero (وكلاهما مقاوم للسلالة رقم ٤).

الذبول الفيوزارى Fusarium Wilt

يسبب الفطر *Fusarium solani* مرض الذبول الفيوزارى فى السبانخ. وعلى عكس فطريات الذبول الفيوزارى الأخرى التى تصيب النسيج الوعائى للنباتات .. فإن هذا الفطر يصيب الجذور، ويؤدى إلى تعفنها. يمكن أن تصاب النباتات فى أية مرحلة من نموها. تفقد النباتات المصابة لونها الأخضر ومظهرها النضر، وتأخذ أوراقها لونًا أخضر مائلاً إلى الأصفر. تبدأ هذه التغيرات فى الأوراق الخارجية القديمة، ثم تتقدم نحو الأوراق الداخلية الصغيرة. وتتقزم النباتات إذا أصيبت وهى صغيرة. ويؤدى تقدم الإصابة إلى ذبول النباتات. ونادرًا ما تستعيد نموها بعد ذلك.

تحدث الإصابة تحت سطح التربة، وتبدأ من الجذور المغذية الدقيقة، ثم تمتد تدريجيًّا نحو الجذر الوتدى الرئيسي. وتؤدى الإصابة إلى تعفن الجذور المغذية، واكتسابها لونًا أسود، وظهور عفن ولون مماثلين فى النسيج الوعائى بالجذر الوتدى.

يعيش الفطر فى التربة، ويتكاثر بثلاثة أنواع من الجراثيم، هى: الـ microspores، والـ macrospores، والكلاميدية chlamydospores، كما يكون أحيانًا أجسامًا حجرية sclerotia. ويحمل الفطر أحيانًا على البذور، مما يؤدى إلى انتشار الإصابة عند الزراعة.

تلزم بعض الرطوبة الأرضية لحدوث الإصابة، ولكن أضرار المرض تزداد بشدة بعد الإصابة فى الأراضى الجافة. وتناسب حدوث الإصابة حرارة ٢٧ م، ويتراوح المجال الحرارى - الذى يمكن أن تحدث فيه الإصابة بين ٥ و ٣٢ م.

ويكافح المرض بالزراعة فى الجو البارد، واتباع دورة زراعية مناسبة (Chupp & Sherif ١٩٦٠، و Ware & McCollum ١٩٨٠).

كما يفيد فى مكافحة المرض تلقيح البادرات الصغيرة بسلالات غير ممرضة من الفطر *F. oxysporum*، وقد استعمل الفطر بتركيز ١,٧ مليون جرثومة/جم من التربة (Katsube وآخرون ١٩٩٤).

الصدأ الأبيض White Rust

يسبب الفطر *Albugo occidentalis* مرض الصدأ الأبيض فى السبانخ. تظهر الأعراض فى صورة بقع بثرية الشكل، بيضاء اللون على السطح السفلى للورقة عادة. لا يزيد قطر البثرة عادة عن ٣ مم، وتنتشر بكثرة على سطح الورقة. (شكل ١١-٦، يوجد فى آخر الكتاب). يظهر اصفرار مقابل البقع على السطح العلوى للورقة. ومع كثرة الإصابة .. تجف الورقة وتموت.

يلزم توفر الماء الحر لإنبات جراثيم الفطر، وأنسب درجة حرارة لذلك هى ١٣ م، ويتراوح المجال الذى يمكن أن تحدث فيه الإصابة بين ٣ و ٢٦ م. ويتقدم المرض بسرعة فى النباتات المصابة فى حرارة ٢٣ م.

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية ثلاثية، وبزراعة الأصناف المقاومة مثل Coho.

الأنثراكنوز Anthracnose

يسبب الفطرين *Celletotrichum spinaciae*، و *C. spinacicola* مرض الأنثراكنوز في السبانخ، تكون البقع المرضية صغيرة، ذات لون زيتوني قاتم، ومائية المظهر في البداية، ثم تكبر في الحجم وتصبح غير منتظمة الشكل، وتأخذ لونًا رماديًّا شاحبًا، وتؤدى في النهاية إلى موت الأوراق المصابة.

ينتقل الفطر بكثرة في البذور المصابة، ويمكنه أن يعيش في التربة. وتنتشر جراثيم الفطر بواسطة رذاذ المطر، وتحمل مع ماء الري، والأدوات الزراعية، وملابس العمال الزراعيين.

يكافح المرض باتباع دورة زراعية ثنائية على الأقل، وزراعة بذور خالية من الإصابة، ورش النباتات بأحد المبيدات الفطرية المناسبة: كالزيرام، والمانيب، والكابتان.

اللفحة Blight، أو الاصفرار Yellows، أو الموزايك Mosaic

يسبب فيرس موزايك الخيار Cucumber mosaic virus مرض اللفحة، أو الاصفرار، أو الموزايك في السبانخ، وهو فيرس يصيب عديدًا من الخضروات الأخرى، منها: الطماطم، والخيار، والفلفل. تبدأ الأعراض على الأوراق الصغيرة الداخلية، ثم تتقدم نحو الأوراق الخارجية. تبدو الأوراق المصابة مبرقشة، وملتفة، ومجعدة، ثم تصبح صفراء، وتموت في النهاية. وتتقزم النباتات التي تصاب مبكرة (شكل ١١-٧، يوجد في آخر الكتاب).

ينتقل فيرس موزايك الخيار في السبانخ - كما في عديد من الخضر الأخرى - عن طريق البذور. وقد أوضحت الدراسات التي استخدم فيها المجهر الإليكتروني تواجد جزيئات الفيرس في سيتوبلازم خلايا مبيض الزهرة وأغلفته وفي النيوسيلة، وكذلك في المتوك وخلايا الغلاف البذري، وفي مواضع أخرى تشمل - تقريبًا - جميع الأنسجة التي تدخل في عملية التكاثر الجنسي بكل من النباتات المؤنثة والمذكرة على حد سواء (Yang وآخرون ١٩٩٧).

يعيش الفيرس في عديد من الحشائش المعمرة، وينتقل بواسطة المنّ. وتظهر الأعراض، وتتقدم الإصابة بسرعة كبيرة فى حرارة ٢٨°م، بالمقارنة بما تكون عليه الحال فى الجو البارد.

ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة، مثل: فرجنيا سافوى Virginia Savoy، وأولد دومنيون Old Dominion، و Winter Bloomsdale، و Bloomsdale Long Standing.

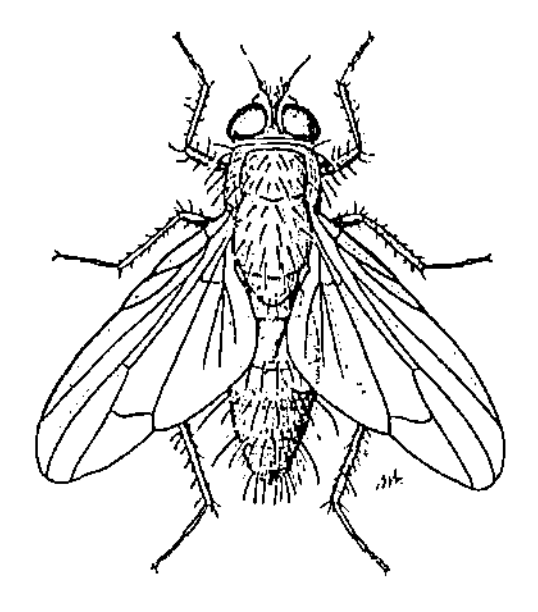
التفاف القمة Curly Top

يسبب فيرس التفاف قمة البنجر Sugarbeet Curly Top Virus مرض التفاف القمة في السبانخ. وهو يصيب أيضًا بنجر المائدة، والطماطم، وبعض محاصيل الخضر الأخرى تبدو الأوراق الصغيرة مجعدة، ومشوهة، وتظل صغيرة الحجم، ثم تتلون النباتات باللون الأصفر وتموت. ينتقل الفيرس بواسطة نطاطات أوراق البنجر، ويكافح بمكافحتها.

الحشرات والأكاروس

تصاب السبانخ بدودة ورق القطن، والمنّ (شكل ١١-٨، يوجد فى آخر الكتاب)، والعنكبوت الأحمر، وقد سبقت مناقشتها، وتوضيح الأضرار التى تحدثها ضمن آفات الكرنب، كما تصاب بذبابة البنجر التى نوقشت ضمن آفات البنجر. وتصاب السبانخ – إلى جانب ذلك – بنافقات أوراق السبانخ *Pegomyia hyoseyami* (شكل ١١-٩). تعيش وتتغذى اليرقة بين بشرتى الورقة، وتحفر فيها أنفاقًا، وتكافح بالرش بالدايازينون Diazinon.

وتجدر الإشارة إلى أن جميع الإصابات الحشرية فى السبانخ – وهى محصول تؤكل أوراقه – تجعلها غير صالحة للتسويق الطازج. كما لا تقبل أية إصابة بالمنّ فى سبانخ التصنيع، لذا .. فإن المكافحة بالمبيدات لا تجدى إلا إذا أجريت فى المراحل المبكرة جدًا لظهور الإصابة. كما يجب أن تنقضى فترة تتراوح بين ١ و ٣ أسابيع – حسب نوع المبيد المستعمل – بين الرشة الأخيرة والحصاد.



شكل (١١-٩): الحشرة الكاملة لصانعة أنفاق السبانخ.



مصادر الكتاب

الإدارة العامة للتدريب – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٣). إنتاج الخضر وتسويقها. القاهرة ٤٢٢ صفحة.

أستينو، كمال رمزى، وعز الدين فراج، ومحمد المقصود محمد، ووريد عبدالبر وريد، وأحمد عبدالمجيد راضوان، وعبدالرحمن قطب جعفر (١٩٦٣). إنتاج الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٣١٠ صفحات.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨). تكنولوجيا إنتاج الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة ٧٢٥ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠١). القرعيات: البطيخ – القاوون (الكنتالوب) والشمام – الخيار – الكوسة. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٤٩٨ صفحة.

حماد، شاكر، وأحمد لطفى عبدالسلام (١٩٨٥). الحشرات الاقتصادية فى مصر والعالم العربى. دار المريخ – الرياض – ٥٥٥ صفحة.

حماد، شاكر، وعبدالعزيز المنشاوى (١٩٨٥). الحشرات الاقتصادية لمحاصيل الحقل والخضر، والفاكهة، والأشجار الخشبية، ونباتات الزينة، وطرق مقاومتها. دار المطبوعات الجديدة – الإسكندرية – ٤٠٢ صفة.

روبرتس، دانيال أ، وكارل و. بوثرويد (١٩٨٦). أساسيات أمراض النبات. ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرين. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٥٢٣ صفحة.

سرور، مصطفى، ومحمد بيومى على، ومحمد عبدالبديع (١٩٣٦). الخضروات فى مصر. مطبعة مصر – القاهرة – ٤٤٠ صفحة.

عبدالسلام، أحمد لطفى (١٩٩٣). الآفات الحشرية فى مصر والبلاد العربية وطرق السيطرة عليها. الجزء الثانى: الآفات الحشرية التى تصيب بساتين الخضر والفاكهة والزينة. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٨١ صفحة.

مرسى، مصطفى على، وأحمد المربع (١٩٦٠). نباتات الخضر – الجزء الثانى: زراعة نباتات الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٧١٥ صفحة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي – جمهورية مصر العربية (١٩٩٧) برنامج مكافحة الآفات الزراعية ١٧٢ صفحة

Achar, P. N. 1998. Effects of temperature on germination of *Peronospora parasitica* conidia and infection of *Brassica oleracea*. J. Phytopath. 146(2/3): 137-141.

Acuna, P. A. and M. Carballo V. 2000. Comparison of *Beauveria bassiana* strain with insecticides used for control of *Plutella xylostella*. (In Spanich with English summary). Manejo Integrado de Plagas No. 56: 52-57. c. a. Hort. Abstr. 71(1): 616; 2001.

Aditya, D. K. and R. Fordham. 1995. Effects of cold treatment and of gibberellic acid on flowering of cauliflower. J. Hort. Sci. 70(4): 577-585.

Ahmed, A. H. H., N. F. Kheir, and N. B. Talaat. 1997. Physiological studies on reducing the accumulation of nitrate in Jew's mallow (*Corchorus olitorius* L.) and radish (*Raphanus sativus* L.) plants. Bull. Fac. Agric., Univ. Cairo 48: 25-64.

Amagasa, T., M. Ogawa, Y. Kamuro, and M. Shirai. 1993. Inhibitory effects of (S)-(+)-abscisic acid on bolting in Japanese radish. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62(2): 383-388. c. a. Hort. Abstr. 65(4): 3024; 1995.

Amend, J. and T. Basedow. 1997. Combining release/establishment of *Diadegma semiclausum* (Hellen) (Hym., Ichneumonidae) and *Bacillus thuringiensis* Berl. for control of *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Yponomeutidae) and other lepidopteran pests in the Cordillera Region of Luzon (Phillippines). J. Appl. Entomology 121(6): 337-342.

Americanos, P. G. and N. A. Vouzounis. 1995. Control of Orobanche in cabbage. Cyprus Agricultural Research Institute (Nicosia, Cyprus), Technical Bulletin No. 170. 7 p. c. a. Hort. Abstr. 66(10): 8549; 1996.

Arie, T., Y. Kobayashi, G. Okada, Y. Kono, and I. Yamaguchi. 1998. Control of soilborne clubroot disease of cruciferous plants by epoxydon from *Phoma glomerata*. Plant Pathology 47(6): 743-748.

Artés, F. and J. A. Martinez. 1999. Quality of cauliflower as influenced by film wrapping during shipment. European Food Research and Technology 209(5): 330-334.

Arthey, V. D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London. 228 p.

Asgrow Seed Company. 1977. Seed for today: descriptive catalog of vegetable varieties No. 22. 152 p.

Babadoost, M., M. L. Deric, and R. L. Gabrielson. 1996. Efficacy of sodium hypochlorite treatments for control of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in *Brassica* seeds. Seed Sci. Tech. 24(1): 7-15.

Babic, I. and A. E. Watada. 1998. Freeze-dried spinach powder inhibits growth of *Listeria* species and strains in tryptic soy broth. HortScience 33(5): 884-886.

Banga, O. 1976. Radish, pp. 60-62. In: N. W. Simmonds. (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Barker, A. V., D. N. Maynard, and H. A. Mills. 1974. Variations in nitrate accumulation among spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 132-134.

Batal, K. M., D. M. Granberry, and B. G. Mullinix, Jr. 1997. Nitrogen, magnesium, and boron applications affect cauliflower yield, curd mass, and hollow stem disorder. HortScience 32(1): 75-78.

Bécot, S., E. Pajot, D. le Corre, C. Monot, and D. Silué. 2000. Phytogard[R] (K_2HPO_3) induces resistance in cauliflower to downy mildew of crucifers. Crop Protection 19(6): 417-425.

Bhat, R. G. and K. V. Subbarao. 2001. Reaction of broccoli to isolates of *Verticillium dahliae* from various hosts. Plant Disease 85(2): 141-146.

Bible, B. B., H. Y. Ju, and C. Chong. 1980. Influence of cultivar, season, irrigation and date of planting on thiocyanin content in cabbage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 88-91.

Bleasadale, J. K. A. 1973. Plant physiology in relation to horticulture. The Macmillan Pr. Ltd, London. 144 p.

Boo, H. O. and B. Y. Lee. 1999. Effect of light on the biosynthesis of anthocyanin in *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra* L. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 40(3): 322-326. c. a. Hort. Abstr. 69(12): 10338; 1999.

Boogaard, R. van den and K. Thorup-Kristensen. 1999. The effect of defoliation on phenological development and yield in cauliflower. J. Hort. Sci. Biotech. 74(2): 269-275.

Booij, R. 1990a. Effects of juvenility and temperature on time of curd initiation and maturity of cauliflower. Acta. Horticulturae No. 267: 305-312.

Booij, R. 1990b. Cauliflower curd initiation and maturity: Variability within a crop. J. Hort. Sci. 65(2): 167-175.

Bracy, R. P., R. L. Parish, P. E. Bergeron, E. B. Moser, and R. J. Constantin. 1992. Precision-seedling cabbage to a stand. Louisiana Agriculture 35(4): 5-7.

Bracy, R. P., R. L. Parish, and E. B. Moser. 1995. Planting cauliflower to a stand with precision seeding. HortScience 30(3): 484-486.

Brown. J. K. and H. S. Costa. 1992. First report of whitefly-associated disorder of *Cucurbita* in Arizona and of white streaking disorder of *Brasica* species in Arizona and California. (Abstract). Plant Disease 76(4): 426.

Bukhov, N. G., V. V. Bondar, I. S. Drozdova, A. N. Kara, A. A. Koto, S. N. Maevskaya, A. A. Vasil'ev, S. Y. Voevudskaya, P. Y. Voronin, and A. T. Mokronosov. 1966. Development of storage roots in radish (*Raphanus sativus*) plants as affected by light quality. J. Plant Phys. 149(3/4): 405-412.

Carlson, D. G., M. E. Daxenbichler, C. H. van Etten, C. B. Hill, and P. H. Williams. 1985. Glucosinolates in radish cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110: 634-638.

Carlson, D. G., M. E. Daxenbichler, C. H. Van Etten., W. F. Kwolek, and P. H. Williams. 1987. Glucosinolates in crucifer vegetables: broccoli, brussels sprouts, cauliflower, collards, kale, mustard green, and kohlrabi. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 173-178.

Carlson, D. G., M. E. Daxenbichler, H. L. Tookey, W. F. Kwolek, C. B. Hill, and P. H. Williams. 1987. Glucosinolates in turnip tops and roots: cultivars grown for greens and/or roots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 179-183.

Charron, C. S. and C. E. Sams. 1999. Inhibition of *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* by shredded leaves of *Brassica* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(5): 462-467.

Chauhan, Y. S. and T. Senboku. 1996. Thermostabilities of cell-membrane and photosynthesis in cabbage cultivars differing in heat tolerance. J. Plant Phys. 149(6): 729-734.

Chen, J. J., Y. W. Sun, and T. F. Sheen. 1999. Use of cold water for irrigation reduces stem elongation of plug-grown tomato and cabbage seedlings. HortScience 34(5): 852-854.

Chong, C., A. G. Kanakis, and B. B. Bible. 1982. Influence of growth regulators on ionic thiocyanate content of cruciferous vegetable crops. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 586-589.

Chun, C., A. Watanabe, H. H. Kim, T. Kozai, and J. Fuse. 2000. Bolting and growth of *Spinacia oleracea* L. can be altered by modifying the photoperiod during transplant production. HortScience 35(4): 624-626.

Chun, C., M. Tominaga, and T. Kozai. 2001. Floral development and bolting of spinach as affected by photoperiod and integrated photosynthetic photon flux during transplants production. HortScience 36(5): 889-892.

Chung, B. K., S. W. Kang, and H. Y. Choo. 1997. Joint toxic action of bifenthrin and prothiofos mixture for the control of insecticide-resistant diamondback moth, *Plutella xylostella* L. Korean J. Appl. Ent. 36(1): 105-110. c. a. Hort. Abstr. 68(3): 2233; 1998.

Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N. Y. 693 p.

Ciska, E., M. Piskula, B. Martyniak-Przybyszewska, K. Waszczuk, and H. Kozlowska. 1994. Glucosinolates in various cabbage cultivars grown in Poland. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences 3(3): 119-126. c. a. Hort. Abstr. 66(8): 6798; 1996.

Coogan, R. C., R. B. H. Wills, and V. Q. Nguyen. 1999. Effect of planting time on the pungency concentration of white radish (*Raphanus sativus* L.) grown on the central coast of New South Wales, Australia. Acta Horticulturae No. 483: 89-94.

Correll, J. C., S. T. Koike, L. P. Brandenberger, M. C. Black, and T. E. Morelock. 1990. A new race of downy mildew threatens spinach. Calif. Agric. 44(6): 14-15.

Cossins, E. A. 2000. The fascinating world of folate and one-carbon metabolism. Canad. J. Bot. 78(6): 691-708.

Csizinsky, A. A. 1996. Optimum planting time, plant spacing, and nitrogen and potassium rates to maximize yield of green cauliflower. HortScience 31(6): 930-933.

Cubeta, M. A., B. R. Cody, R. E. Sugg, and C. R. Crozier. 2000. Influence of soil calcium, potassium, and pH on development of leaf tpburn of cabbage in eastern North Carolina. Communications in Soil Science and Plant Analysis 31(3/4): 259-275.

Dickson, M. H. 1977. Inheritance of resistance to tipburn in cabbage. Euphytica 26: 811-815.

Dickson, M. H. 1985. Male sterile persistent white curd cauliflower NY 7642 A and its maintainer NY 7642 B. HortScience 20: 957.

Dickson, M. H. and C. Y. Lee. 1980. Persistent white curd and other curd characters of cauliflower. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 533-535.

Dickson, M. H. and D. H. Wallace. 1986. Cabbage breeding, pp. 395-432. In: M. J. Bassett. (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.

Dillard, H. R., A. C. Cobb, and J. S. Lamboy. 1998. Transmission of *Alternaria brassicicola* to cabbage by flea beetles (*Phyllotreta cruciferae*). Plant Dis. 82: 153-157.

Dixon, G. R. 1996. Repression of the morphogensis of *Plasmodiophora brassicae* Wor. By boron – a review. Acta Horticulturae No. 407: 393-401.

Duval, L., E. More, and A. Sicot. 1991. Observations on molybdenum deficiency in cauliflower in Brittany (In French with English summary). Comptes Rendus de l'Academic d'Agriculture de France 78(1): 27-34. c. a. Hort. Abstr. 64(2): 1067; 1994.

Dzhalilov, F. S. and R. D. Tiwari. 1995. Soil and cabbage plant debris as infection sources of black rot. Archives of Phytopathology and Plant Protection 29(5): 383-386.

Edmond, J. B., T. L. Senn, F. S. Andrews, and R. G. Halfacre. 1975. Fundamentals of horticulture. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 560 p.

Elmer, W. H. 1997. Influence of chloride and nitrogen form on Rhizoctonia root and crown rot of table beets. Plant Dis. 81: 635-640.

Etoh, T. 1994. Recent studies on leaf, flower, stem and root vegetables in Japan. Hort. Abstr. 64(2): 121-129.

Everaarts, A. P. 2000. Nitrogen balance during growth of cauliflower. Scientia Horticulturae 83(3/4): 173-186.

Everaarts, A. P. and M. Blom-Zandstra. 2001. Internal tipburn of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). J. Hort. Sci. Biotech. 76(5): 515-521.

Everaarts, A. P. and R. Booij. 2000. The effect of nitrogen application on nitrogen utilization by white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) and on nitrogen in the soil at harvest. J. Hort. Sci. Biotech. 75(6): 705-712.

Everaarts, A. P. and C. P. de Moel. 1997. The effect of nitrogen on phosphorus and potassium removal by cauliflower Gartenbauwissenschaft 62(3): 133-137. c. a. Hort. Abstr. 67(11): 9444; 1997.

Everaarts, A. P., C. P. de Moel, and M. van Noordwijk. 1996. The effect of nitrogen and the method of application on nitrogen uptake of cauliflower and on nitrogen in crop residues and soil at harvest. Netherlands J. Agric. Sci. 44(1): 43-55.

Fahey, J. W. and K. K. Stephenson. 1999. Cancer chemoprotective effects of cruciferous vegetables. HortScience 34(7): 1159-1163.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations 1999. FAO production yearbook, vol. 53. Rome, Italy.

Farnham, M. W., K. K. Stephenson, and J. W. Fahey. 2000. Capacity of broccoli to induce a mammalian chemoprotective enzyme varies among inbred lines. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(4): 482-488.

Fellows, J. R., D. C. E. Wurr, K. Phelos, and R. J. Reader. 1999. Initiation of early summer cauliflowers in response to temperature. J. Hort. Sci. & Biotech. 74(3): 328-336.

Fennell, A. and P. H. Li. 1987. Freezing tolerance and rapid cold acclimation of spinach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(2): 306-309.

Fernández, J. A., S. Banón, J. A. Franco, A. González, and P. A. Martinez. 1997. Effects of vernalization and exogenous gibberellins on curd induction and carbohydrate levels in the apex of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). Scientia Horticulturae 70(2/3): 223-230.

Forney, C. F. and M. A. Jordan. 1999. Anaerobic production of methanethiol and other compounds by *Brassica* vegetables. HortScience 34(4): 696-699.

Francois, L. E. 1986. Effect of excess boron on broccoli, cauliflower, and radish. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 494-498.

Frantz, J. M., G. E. Welbaum, Z. X. Shen, and R. Morse. 1998. Comparison of cabbage seedling growth in four transplant production systems. HortScience 33(6): 976-979.

Fryxall, P. A. 1957. Mode of reproduction of higher plants. Bot. Rev. 23: 135-233.

Fujiwara, T., H. Yoshioka, H. Shikata, and F. Sato. 1998. Effects of transplanting depth of plug seedlings on the establishment and the growth of cabbage. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 67(5): 767-772. c. a. Hort. Abstr. 69(1): 362; 1999.

Fujiwara, T., H. Yoshioka, and F. Sato. 2000. Effects of plant spacing and initial-growth of seedlings after transplanting on the uniformity of cabbage heads at harvest. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69(3): 315-322. c. a. Hort. Abstr. 70(11): 9557; 2000.

Fuller, M. P. 1993. Varietal differences in frost hardiness of cauliflower. Aspects of Applied Biology No. 34: 179-182.

Fuller, M. P., G. G. White, and A. Charman. 1994. The freezing characteristics of cauliflower curd. Annals of Applied Biology 125(1): 179-188.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman, London. 318 p.

Giusti, M. M., L. E. Rodriguez-Saona, J. R. Baggett, G. L. Reed, R. W. Durst, and R. E. Wrolstad. 1998. Anthocyanin pigment composition of red radish cultivars as potential food colorants. J. Food Sci. 63(2): 219-224.

Goldman, I. L. 1995. Differential effect of population density on shape and size of cylindrical red beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6): 906-908.

Goldman, I. L., K. A. Eagen, D. N. Breithbach, and W. H. Gabelman. 1996. Simultaneous selection is effective in increasing betalain pigment concentration but not total dissolved solids in red beet. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(1): 23-26.

Godard, J. F., S. Ziadi, C. Monot, D. le Corre, and D. Silué. 1999. Benzothiadiazole (BTH) induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica*. Crop Protection 18(6): 397-405.

Gray, A. R. and L. S. Doyle. 1994. Breeding progress in green curded cauliflowers (*Brassica oleracea* L. Botrytis group). J. Hort. Sci. 69(5): 851-859.

Grevsen, K. 1990. Prediction of harvest in cauliflower based on meteorological observations. Acta Horticulturae No. 267: 313-322.

Grevsen, K. and K. Kaack. 1996.Quality attributes and morphological characteristics of spinach (*Spinacia oleracea* L.) cultivars for industrial processing. J. Veg. Crop Prod. 2(2): 15-29.

Gruesbeck, R. V. and B. H. Zandstra. 1988. Calcium applications overcome tipburn in cauliflower (Abstr.). HortScience 23: 827.

Gubler, W. D., A. H. McCain, H. D. Ohr, A. D. Paulus, and B. Teviotdle. 1986. California plant disease handbook and study guide for agricultural pest control advisors. Univ. Calif., Div. Agric. Natural Resources. Pub. No. 4046. 157 p.

Halbrooks, M. C. and L. A. Peterson. 1986. Boron use in the table beet and the relation of short-term boron stress to blackheart injury. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111: 751-757.

Hansen, M., P. Moller, H. Sorensen, and M. C. de Trejo. 1995. Glucosinolates in broccoli stored under controlled atmosphere. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6): 1069-1074.

Harris, D. R., V. Q. Nguyen, J. A. Seberry, A. Haigh, and W. B. McGlasson. 1993. Investigations into the postharvest handling of daikon (*Raphanus sativus* L.). Acta Horticulturae No. 343: 295-296.

Harris, D. R., V. Q. Nguyen, J. A. Seberry, A. M. Haigh, and W. B. McGlasson. 2000. Growth and postharvest performance of white radish (*Raphanus sativus* L.). Aust. J. Exp. Argic. 40(6): 879-888.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blackistone Co., Inc., N. Y. 626 p.

Hawthorn, L. R., E. H. Toole, and V. K. Toole. 1962. Yield and viability of carrot seeds as affected by position of umbel and time of harvest. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80: 401-407.

Heckman, J. R., T. Morris, J. T. Sims, T. B. Sieczka, U. Krogmann, P. Nitzsche, and R. Ashley. 2002. Pre-sidedress soil nitrate test is effective for fall cabbage. HortScience 37(1): 113-117.

Hedrick, U. P. (ed.). 1919. Sturtevant's notes on edible plants. J. B. Lyon Co., Albany, N. Y. 686 p.

Hildebrand, P. D. and K. B. McRae. 1998. Control of clubroot caused by *Plasmodiophora brassicae* with nonionic surfactants. Canad. J. Plant Path. 20(1): 1-11.

Hildebrand, P. D., P. G. Braun, K. B. McRae, and X. Lu. 1998. Role of the biosurfactant viscosin in broccoli head rot caused by a pectolytic strain of *Pseudomonas fluorescens*. Canad. J. Plant Path. 20(3): 296-303.

Hirooka, M. and N. Sugiyama. 1992. Effect of growth rates on oxalate concentration in spinach leaves. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 61(3): 575-579. c. a. Hort. Abstr. 64(10): 7843, 1994.

Hodges, D. M., C. F. Forney, and W. Wismer. 2000. Processing line effects on storage attributes of fresh-cut spinach leaves. HortScience 35(7): 1308-1311.

Hodges, D. M., C. F. Forney, and W. V. Wismer. 2001. Antioxidant responses in harvested leaves of two cultivars of spinach differing in senescence rates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(5): 611-617.

Hossain, M. M., H. Takeda, and T. Senboku. 1995. Proline content in *Brassica* under high temperature stress. JIRCAS Journal 2(2): 87-93.

Ito, H. and T. Saito. 1961. Time and temperature factors for the flower formation in cabbage. Tohoku J. Agr. Res. 12: 297-316.

Ivey, P. W. and S. J. Johnson. 1997. Efficacy of *Bacillus thuringiensis* and cabbage cultivar resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) Florida Entomologist 80(3): 396-401.

Jensen, B. D., A. O. Latunde-Dada, D. Hudson, and J. A. Lucas. 1998. Protection of *Brassica* seedlings against downy mildew and damping-off by seed treatment with CGA 245704, an activator of systemic acquired resistance. Pesticide Science 52(1): 63-69.

Jones, H. A. and J. T. Roza. 1928. Truck crop plants. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 538 p.

Ju, H. Y., B. B. Bible, and C. Chong. 1980. Variation of thiocyanate content in cauliflower and broccoli cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 187-189.

Justin, C. G. L., R. J. Rabindra, and S. Jayaraj. 1990. *Bacillus thuringiensis* Berliner and some insecticides against the diamond-back moth, *Plutella xylostella* (L.) on cauliflower. Journal of Biological Control 4(1): 40-43.

Kano, Y. and N. Fukuoka. 1992. Relationship between the occurrence of hollowing and lignification of parenchymatous cells in the root of Japanese radish cv. Gensuke. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 61(2): 359-366.

Kano, Y. and N. Fukuoka. 1994. Varietal differences in the occurrence of hollowing and lignification of parenchymatous cells in the roots of Japanese radish (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62(4): 801-809. c. a. Hort. Abstr. 65(2): 1235; 1995.

Kano, Y. and N. Fukuoka. 1995. Effects of soil temperature on hollowness in Japanese radish (*Raphanus sativus* L. cv. 'Gensuke'). Scientia Horticulturae 61(3/4): 157-166.

Kano, Y. and N. Fukuoka. 1996a. Role of endogenous cytokinin in the development of hollowing in the root of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.). Scientia Horticulturae 65(2/3): 105-115.

Kano, Y. and N. Fukuoka. 1996b. Effects of auxin application on the lignification of xylem parenchymatous celles and the development of hollowness in the root of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.). J. Hort. Sci. 71(5): 791-799.

Katsube, K., Y. Akasaka, and F. Nakatani. 1994. Biocontrol of Fusarium

wilt of spinach by using nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. 2. Investigation of inoculation methods. (In Japanese with English summary). Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan No. 45: 72-75. c. a. Rev. Plant Path. 74(8): 5003; 1995.

Katzman, L. S., A. G. Taylor, and R. W. Langhans. 2001. Seed enhancements to improve spinach germination. HortScience 36(5): 979-981.

Kawai, T., M. Hikawa, and T. Fujisawa. 1992. Effects of sowing time, soil temperature, and shade on internal browning and polyphenol concentration in roots of Japanese radish. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 61(2): 339-346. c. a. Hort. Abstr. 64(9): 7032; 1994.

Kawai, T., M. Hikawa, T. Fujisawa, Y. Ono, and E. Ishibashi. 1993. Effects of boron and phosphate on overcoming internal browning in roots of Japanese radish (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62(1): 165-172. c. a. Hort. Abstr. 65(5): 4000; 1995.

Kawai, T., M. Hikawa, and Y. Ono. 1995. Effects of calcium sulfate and sublimed sulfur on incidence of internal browning in roots of Japanese radish (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 64(1): 79-84. c. a. Hort. Abstr. 65(10): 8883; 1995.

Kawai, T., M. Hikawa, and T. Fujisawa. 1997. Effect of foliar spray of gibberellin on the incidence of internal browning in roots of Japanese radish J. Jap. Soc. Hort. Sci. 66(3/4): 543-548. c. a. Hort. Abstr. 68(6): 4971; 1998.

Khan, A. A. and A. G. Taylor. 1986. Polyethylene glycol incorporation in table beet seed pellets to improve emergence and yield in wet soil. HortScience 21: 987-989.

Kieffer, M., M. P. Fuller, and A. J. Jellings. 1995. Rapid mass production of cauliflower propagules from fractionated and graded curd. Plant Science (Limerick) 107(2): 229-235.

Kieffer, M., M. P. Fuller, and A. J. Jellings. 1996. Mathematical model of cauliflower curd architecture based on biometrical analysis. Acta. Horticulturae No. 407: 361-367.

Kim, H. H., C. Chun, T. Kozai, J. Fuse. 2000. The potential use of

photoperiod during transplant production under artificial lighting conditions on floral development and bolting using spinach as a model. HortScience 35(1): 43-45.

Klasse, H. J. 1996. Calcium cyanamide – an effective tool to control clubroot - a review. Acta Horticulturae No. 407: 403-409.

Klingman, G. C. and F. M. Ashton. 1975. Weed science: principles and practices. John Wiley & Sons, N. Y. 431 p.

Ko, N. P., A. E. Watada, D. V. Schlimme, and J. C. Bouwkamp. 1996. Storage of spinach under low oxygen atmosphere above the extinction point. J. Food Sci. 61(2): 398-400.

Kocks, C. G. and J. C. Zadoks. 1996. Cabbage refuse piles as sources of inoculum for black rot epidemics. Plant Disease 80(7): 789-792.

Koehler, K. H., B. Voigt, H. Spittler, and M. Schelenz. 1997. Biochemical events after priming and osmoconditioning of seeds. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture No. 30: 531-536.

Koike, S. T. and K. V. Subbarao. 2000. Broccoli residues can control Verticillium wilt of cauliflower. California Agriculture 54(3): 30-33.

Koivu, T., V. Pironen, and P. Mattila. 1999. Vegetables as sources of vitamin K in Finland, pp. 300-302. In: M. Hagg, R. Ahvenainen, A. M. Evers, and K. Tillikkala. (eds.). Agri-food quality II: quality management of fruits and vegetables – from field to table. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. c. a. Hort. Abstr. 69(10): 8342; 1999.

Komai, F., K. Masuda, T. Ishizaki, and T. Harada. 1999. Sex expression in plants regenerated from the root callus of female and male spinach (*Spinacia oleracea*). Plant Science (Limerik) 146(1): 35-40.

Kubota, A., T. L. Thompson, T. A. Doerge, and R. E. Godin. 1996. A petiole sap nitrate test for cauliflower. HortScience 31(6): 934-937.

Kumar, S. and J. P. Sharma. 1997. exogenous application of boron and nitrogen on susceptibility of cauliflower to black rot. Journal of Mycology and Plant Pathology 27(2): 210-214.

Kundu, P. K. and B. Nandi. 1993. Inhibition of *Rhizoctonia solani* by *Streptomyces arenae* and *S. chibaensis* in soil. J. Mycopath. Res. 31(1): 35-42.

Kyung, K. H., H. P. Fleming, C. T. Young, and C. A. Haney. 1995. 1-Cyano-2,3-epithiopropane as the primary sinigrin hydrolysis product of fresh cabbage. J. Food Sci. 60(1): 157-159.

Lee, J. M., I. O. Yoo, and B. H. Min. 1996. Effect of cultivars and cultural conditions on the pungent principle contents in radish roots. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 37(3): 349-356. c. a. Plant Breed. Abstr. 67(1): 562; 1997.

Lee, P. C., A. G. Taylor, and D. H. Paine. 1997. Sinapine leakage for detection of seed quality in *Brassica*. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture No. 30: 337-345.

Lee, Y. D., E. Goto, T. Takakura, and K. Kurata. 1998. Effect of nutrient solution temperature on root growth of spinach under high air temperature conditions. (In Japanese with English summary). J. Soc. High Tech. Agric. 10(4): 225-230. c. a. Hort. Abstr. 69(5): 4007; 1999.

Leja, M., Wojciechowska, S. Rozek, and A. Mareczek. 1999. Stress response of mechanically damaged cabbage during short-term storage as related to applied nitrogen fertilizers. Folia Horticulturae 11(2): 57-68.

Leskovar, D. I. and A. K. Boales. 1996. Azadirachtin: potential use for controlling lepidopterous insects and increasing marketability of cabbage. HortScience 31(3): 405-409.

Leskovar, D. I., V. Esensee, and H. Belefant-Miller. 1999. Pericarp, leachate, and carbohydrate involvement in thermoinhibition of germinating spinach seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(3): 301-306.

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers Wiley-Interscience, N. Y. 390 p.

Lougheed, E. C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScience 22(5): 791-794.

Ludy, R. L., M. L. Powelson, and D. D. Hemphill, Jr. 1997. Effect of sprinkler irrgation on bacterial soft rot and yield of broccoli. Plant Disease 81(6): 614-618.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agric. Agric. Handbook No. 66. 94 p.

Magruder, R. 1937. Improvement in the leafy cruciferous vegetables, pp. 283-299. In: U. S. Dept. Agric. Yearbook of agriculture: Better plants and animals. Vol. II. Washington, D. C.

Mahiar, M. and H. Khlaif. 1999. Black rot of crucifers in Jordon: sources of inoculum. Dirasat. Agricultural Sciences 26(3): 329-337.

Marks, H. S., H. C. Leichtweis, and G. S. Stoewsand. 1991. Analysis of a reported organosulfur, carcinogenesis inhibitor: 1,2-dithiole-3-thione in cabbage. J. Agric. Food Chem. 39(5): 893-895.

Marks, H. S., J. A. Hilson, H. C. Leichtweis, and G. S. Stoewsand. 1992. S-Methylcysteine sulfoxide in *Brassica* vegetables and formation of methanethiosulfinate from Brussels sprouts. J. Agric. Food Chem. 40(11): 2098-2101.

Martinetti, L. 1995. Nitrate and nitrite accumulation in spinach in relation to nitrogen fertilization. (In Italian with English summary). Italus Hortus 2(5/6): 17-22. c. a. Hort Abstr. 67(5): 3959; 1997.

Masuda, M. and K. Konishi. 1993. Improvement of high-temperature germination of spinach seed with acid scarification and priming with polyethylene glycol 6000. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62(2): 419-424. c. a. Hort. Abstr. 65(4): 2990; 1995.

Masuda, M. and M. Momura. 1997. Enhancement of spinach growth as affected by the addition of sodium chloride to the nutrient solution under artificial light condition. (In Japanese with English summary). J. Soc. High Tech. Agric. 9(1): 29-35. c. a. Hort. Abstr. 68(4): 3061; 1998.

Maynard, D. N. and A. V. Barker. 1974. Nitrate accumulation in spinach as influenced by leaf type. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 135-138.

Maynard, D. N., A. V. Barker, P. L. Minotti, and N. H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.

McGrady, J. 1996. Transplant nutrient conditioning improves cauliflower early growth. J. Veg. Crop Prod. 2(2): 39-49.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv., Agric. Handbook No. 496. 411 p.

McKay, A. G., R. M. Floyd, and C. J. Boyd. 1992. Phosphonic acid controls downy mildew (*Peronospora parasitica*) in cauliflower curds. Aust. J. Exp. Agric. 32(1): 127-129.

McNab, A. A., A. F. Sherf, and J. K. Springer. 1983. Identifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State Univ., University Park. 62 p.

McNaughton, I. H. 1976. Turnip and relatives, pp. 45-48. In: N. W. Simmonds. (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Menniti, A. M., M. Maccaferri, and A. Folchi. 1997. Physiopathological responses of cabbage stored under controlled atmospheres. Postharvest Biology and Technology 10(3): 207-212.

Michalik, B. and D. Grzchelus. 1995. Betanine and nitrate contents in table beet cultivars as a function of growth period and manner of nitrogen fertilization. Acta Horticulturae No. 379: 205-212.

Mills, H. A., A. V. Barker, and D. N. Maynard. 1976. Effects of nitrapyrin nitrate accumulation in spinach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 202-204.

Minges, P. A. (ed.). 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer. Seed Trade Assoc., Washington, D. C.

Mitchell, E. R., G. Hu, and D. Johanuwicz. 2000. Management of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage using collard as a trap crop. HortScience 35(5): 875-879.

Muro, J., I. Irigoyen, and C. Lamsfus. 1998. Using defoliation to estimate yield losses in cauliflower: application in hail damage assessment. HortScience 33(6): 984-987.

Murray, J. 1977. Fruit & vegetables facts & pointers: radishes United Fresh Fruit and Vegetable Association, Alexandria, Va 15 p.

Nakamoto, H., M. Kuroshima, and K. Shiozawa. 1998. Effects of shading, temperature, watering, application of manure on the oxalate, nitrate, vitamin C contents of spinach. (In Japanese). Bulletin of Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Stations No. 75: 25-30. c. a. Hort. Abstr. 69(5): 4011; 1999.

Nakayama, M., H. Yamane, H. Nojiri, T. Yokota, I. Yamagochi, N. Murofushi, N. Takahashi, T. Nishijima, M. Koshioka, N. Katsura, and M. Nonaka. 1995. Qualitative and quantitative analysis of endogenous gibberellins in *Raphanus sativus* L. during cold treatment and subsequent growth. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 59(6): 1121-1125.

Natwick, E. T., J. C. Palumbo, and C. E. Engle. 1996. Effects of

imidacloprid on colonization of aphids and silverleaf whitefly and growth, yield and phytotoxicity in cauliflower. Southwestern Entomologist 21(3): 283-292.

Nieuwhof, M. 1994. Effects of temperature and light on nitrate content of radish (*Raphanus sativus* L.). Gartenbauwissenschaft 59(5): 220-224.

Nilsson, T. 1993. Influence of the time of harvest on keepability and carbohydrate composition during long-term storage of winter white cabbage. J. Hort. Sci. 68(1): 71-78.

Nishijima, T. 2000. Gibberellin physiology and control of flowering and bolting of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.). (In Japanese with English summary(. Bulletin of the National Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea No. 15: 135-208. c. a. Hort. Abstr. 70(12): 10430; 2000.

Nishijima, T., N. Katsura, M. Koshioka, H. Yamazaki, and L. N. Mander. 1997. Effects of uniconazole and GA_3 on cold-induced stem elongation and flowering of *Raphanus sativus* L. Plant Growth Regulation 21(3): 207-214.

Nomura, K., K. Kenjo, Y. Shirakawa, and K. Yoneda. 1999. Effect of temperature on vegetative growth, flower bud formation, bolting and flowering of Pakki-hood (*Raphanus sativus* L.) introduced from northern Thailand. Jap. J. Trop. Agric. 43(1): 11-17. c. a. Hort. Abstr. 69(8): 6823; 1999.

Nowbuth, R. D. 1998. The effect of temperature on curd initiation of cauliflower, pp. 225-231. In: J. A. Lalouttc, D. Y. Bachraz, N. Sukurdeep, and B. D. Seebaluck. (eds.). Proceedings of the second annual meeting of agricultural scientists. Food and Agriculture Research Council, Reduit, Mauritius. c. a. Hort. Abster. 68(9): 7700; 1998.

Nowbuth, R. D. and S. Pearson. 1998. The effect of temperature and shade on curd initiation in temperate and tropical cauliflower. Acta Horticulturae No. 459: 79-87.

OECD, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris. 1970-1977. Internation standarisation of fruit and vegetables. 872 p.

Okutani, I. and N. Sugiyama. 1994. Relationship between oxalate

concentration and leaf position in various spinach cultivars. HortScience 29(9): 1019-1021.

Olday, F. C., A. V. Barker, and D. N. Maynard. 1976. A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 217-219.

Ota, K. and A. Kagawa. 1996. Effect of nitrogen nutrients on the oxalate content in spinach plants. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(2): 327-332. c. a. Hort. Abstr. 67(1): 301; 1997.

Oyama, H., Y. Shinohara, and T. Ito. 2000. Seasonal and diurnal changes in β-carotene concentration in spinach plant grown hydroponically. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69(4): 477-482. c. a. Hort. Abstr. 71(1): 620; 2001.

Parlevliet, J. E. 1967. The influence of external factors on the growth and development of spinach cultivars (*Spinacia oleracea* L.). H. Veenman & Zonen N. V., Wageningen. 75 p.

Palzkill, D. A. and T. W. Tibbitts. 1977. Evidence that root pressure flow is required for calcium transport to head leaves of cabbage. Plant Phys. 60: 854-856.

Plazkill, D. A., T. W. Tibbitts, and P. H. Williams. 1976. Enhancement of calcium transport to inner leaves of cabbage for prevention of tipburn. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 645-648.

Palzkill, D. A., T. W. Tibbitts, and B. E. Struckmeyer. 1980. High relative humidity promotes tipburn on young cabbage plants. HortScience 15: 659-660.

Pearson, S., P. Hadley, and A. E. Wheldon. 1994. A model of the effects of temperature on the growth and development of cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis*). Scientia Horticulturae 59(2): 91-106.

Peck, N. H., M. H. Dickson, and G. E. MacDonald. 1983. Tipburn susceptibility in semiisogenic inbred lines of cabbage as influenced by nitrogen. HortScience 18(5): 726-728.

Peck, N. H., J. P. VanBuren, G. E. MacDonald, M. Hemmat, and R. F. Becker. 1987. Table beet plant and canned root responses to Na, K, and Cl from soils and from application of NaCl and KCl. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(2): 188-194.

Petoseed Company. 1994. Crucifer diseases. Saticoy, California. 38 p.

Pichard, B. and D. Thouvenot. 1999. Effect of *Bacillus polymyxa* seed treatments on control of black-rot and damping-off of cauliflower. Seed Science and Technology 27(2): 455-465.

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants, pp. 173-185. In: Proceedings of plant science symposium. Campbell Soup Company, Camden, N. J.

Polderdijk, J. J. and G. J. P. M. van den Boogaard. 1998. Effect of reduced levels of O_2 and elevated levels of CO_2 on the quality of bunched radishes. Gartenbauwissenschaft 63(6): 250-253.

Pontinen, V. and I. Voipio. 1992. Different methods of mechanical stress in controlling the growth of lettuce and cauliflower seedlings. Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science 42(4): 246-250. c. a. Hort. Abstr. 64(2): 1057; 1994.

Porter, I. J., P. R. Merriman, and P. J. Keane. 1991. Soil solarisation combined with low rates of soil fumigants controls clubroot of cauliflowers, caused by *Plasmodiophora brassicae* Woron. Australian Journal of Experimental Agriculture 31(6): 843-851.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Society, London. 719p.

Purvis, E. R. and R. L. Carolus. 1964. Nutrient deficiencies in vegetable crops, pp. 245-286. In: H. B. Sprague. (ed.). Hunger signs in crops. David McKay Co., N. Y.

Putnam, C. et al. (eds.). 1991. Controlling vegetable pests. Chevron Chemical Company, San Ramon, California. 160 p.

Rahman, H. A. A., A. A. Ibrahim, and S. A. Elias. 1994. Effect of frequency and quantity of irrigation on growth and yield of cabbage (*Brassica oleracea* L.). Europ. J. Agron. 3(3): 249-252.

Ramsey, G. B. and M. A. Smith. 1961. Market diseases of cabbage, cauliflower, turnips, cucumber, melons and related crops. U. S. Dept. Agric. Agr. Handbook No. 184. 49 p.

Rather, K., M. K. Schenk, A. P. Everaarts, and S. Vethman. 1999. Response of yield and quality of cauliflower varieties (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) to nitrogen supply. J. Hort. Sci. Biotech. 74(5): 658-664.

Rather, K., M. K. Schenk, A. P. Everaarts, and S. Vethman. 2000. Rooting pattern and nitrogen uptake of three cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) F_1-hybrids. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163(5): 467-474.

Read, P. E. 1982. Plant growth regulator use in field-scale vegetable crops, pp. 285-296. In: J. S. McLaren. (ed.). Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworth Scientific, London.

Regan, W. S., V. N. Lambeth, J. R. Brown, and D. G. Blevins. 1968. Fertilization interrelationships on yield, nitrate and oxalic acid content of spinach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 485-492.

Rosa, E. A. S. 1997a. Glucosinolates from flower buds of Portuguese *Brassica* crops. Phytochemistry 44(8): 1415-1419.

Rosa, E. A. S. 1997b. Daily variation in glucosinolate concentrations in the leaves and roots of cabbage seedlings in two constant temperature regimes. J. Sci. Food Agric. 73(3): 364-368.

Rosa, E. A. S., R. K. Heaney, C. A. M. Portas, and G. R. Fenwick. 1996. Changes in glucosinolate concentrations in Brassica crops (*B. oleracea* and *B. napus*) throughout growing seasons. J. Sci. Food Agric. 71(2): 237-244.

Rosen, C. J. 1990. Leaf tipburn in cauliflower as affected by cultivar, calcium sprays, and nitrogen nutrition. HortScience 25(6): 660-663.

Ryder, E. J. 1979. Leafy salad vegetables. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 66 p.

Sacket, C. 1975. Fruit & vegetable facts & pointers: spinach. United Fresh Fruit & Vegetable Association, Alexandria, Virginia.

Sadik, S. 1967. Factors involved in curd and flower formation in cauliflower. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90: 252-259.

Saltveit, M. E. 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for harvested vegetables. CA'97 Proceedings, Vol. 4, pp. 98-117. Postharvest Horticulture Series No. 18, University of California, Davis.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.

Salunkhe, D. K. and S. S. Kadam. (eds.). 1998. Handbook of vegetable science and technology. Marcel Dekker, Inc., N. Y. 721 p.

Sanchez, C. A., R. L. Roth, B. R. Gardner, and H. Ayer. 1996. Economic responses of broccoli and cauliflower to water and nitrogen in the desert. HortScience 31(2): 201-205.

Sasaki, H., K. Inchimura, and M. Oda. 1996. Changes in sugar content during cold acclimation and deaclimation of cabbage seedlings. Annals of Botany 78(3): 365-369.

Sasaki, H., K. Ichimura, M. Oda, and S. Imada. 2000. Effects of light during low temperature treatment and water stress on freezing tolerance and sugar contents in cabbage seedlings. JARQ, Japan Agricultural Research Quarterly 34(4): 261-264. c. a. Hort. Abstr. 71(6): 5088; 2001.

Sastrosiswojo, S. 1996. Biological control of the diamondback moth in IPM systems: case study from Asia (Indonesia). In: Biological control introductions – opportunities for improved crop production, pp. 13-32. British Crop Protection Council, Farnham, UK.

Saucke, H. 1994. Botanical pest control in cabbage: potential of neem products in IPM programs in Papua New Guinea. Harvest (Port Moresby) 16(1/2): 20-23. c. a. Hort. Abstr. 66(5): 4103; 1996.

Saucke, H., F. Dori, and H. Schmutterer. 2000. Biological and integrated control of *Plutella xylostella* (Lep., Yponomeutidae) and *Crocidolomia pavonana* (Lep., Pyralidae) in brassica crops in Papua New Guinea. Biocontrol Science and Technology 10(5): 595-606.

Scaife, A. and M. Turner. 1983. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 2. Vegetables. Her Majesty's Stationary Office, London. 96 p.

Seelig, R. A. 1966. Fruit & vegetable facts & pointers: beets. United Fresh Fruit & Vegetable Association, Alexandria, Virginia. 11 p.

Seelig, R. A. 1969. Fruits & vegetable facts & pointers: cabbage. United Fresh Fruit and Vegetable Association, Alexandria, Va. 22 p.

Seelig, R. A. 1973. Fruit & vegetable facts & pointers: turnips. United Fresh Fruit and Vegetable Association. Alexandria, Va. 8 p.

Scaife, A. and D. C. E. Wurr. 1990. Effects of nitrogen and irrigation un

hollow stem of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). J. Hort. Sci. 65(1): 25-29.

Shamuganthan, V. and L. R. Benjamin. 1992. The influence of sowing depth and seed size on seedling emergence time and relative growth rate in spring cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Annals of Botany 69(3): 273-276.

Sharma, C. P. and S. Singh. 1990. Sodium helps overcome potassium deficiency effects on water relations of cauliflower. HortScience 25(4): 458-459.

Sharma, C. P. and S. Singh. 1992. Sodium ameliorates the effect of potassium deficiency in cauliflower leaves. HortScience 27(11): 1203-1205.

Sheen, T. F. 2000. Effect of day and night temperature variation and of high temperature on devernalization in radish. Acta Horticulturae No. 514: 157-162.

Shelton, A. M., W. T. Wilsey, and M. A. Schmaedick. 1998. Management of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) on cabbage by using plant resistance and insecticides. Journal of Economic Entomology 91(1): 329-333.

Shetty, K. G., K. V. Subbarao, O. C. Huisman, and J. C. Hubbard. 2000. Mechanism of broccoli-mediated verticillium wilt reduction in cauliflower. Phytopathology 90: 305-310.

Shiomi, T. 1992. Black rot of cabbage seeds and its disinfection under a hot-air treatment. JARQ, Japan Agricultural Research Quarterly 26(1): 13-18.

Shoemaker, J. S. 1953. Vegetable growing. (2nd ed.). John Wiley & Sons., Inc., N. Y. 515 p.

Shyr, J. J., H. T. Tsung, and P. L. Tsai. 1999. Effects of allylisothiocyanate treatment on the enzymatic browning characteristics of shredded cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.). (In Chinese with English summary). J. Chinese Soc. Hort. Sci. 45(2): 144-151. c. a. Hort. Abstr. 70(5): 4028; 2000.

Shyr, J. J., H. T. Tsung, and P. L. Tsai. 1999a. Factors affecting the enzymatic browning of shredded cabbage (*Brassica oleracea* L. var.

Capitata Group). (In Chinese with English summary). J. Chinese Soc. Hort. Sci. 45(4): 327-336. c. a. Hort. Abstr. 70(6): 4975; 2000.

Sims, W. L., H. Jobnson, R. F. Kasmire, V. E. Rubatzky, K. B. Tyler, and R. E. Voss. 1978. Home vegetable gardening. Div. Agric. Sci., Univ. Calif., Leaflet No. 2989. 42 p.

Skapski, H. and E. B. Oyer. 1964. The influence of pretransplanting variables on the growth and development of cauliflower plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85: 374-385.

Smittle, D. A., W. L. Dickens, and J. R. Stansell. 1994. Irrigation regimes affect cabbage water use and yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(1): 20-23.

Stanley, R., M. Brown, N. Poole, M. Pogerson, D. C. Sige, C. Knight, C. C. Ivin, H. A. S. Epton, and C. Leifert. 1994. Biocontrol of post-harvest fungal diseases on Dutch white cabbage by *Pseudomonas* and *Serratia* antagonists in storage trials. Plant Pathology 43(4): 605-611.

Stevens, C., V. Khan, A. Y. Tang, and M. A. Wilson. 1988. The effect of soil solarization on earliness and yield of cabbage and broccoli. (Abstr). HortScience 23: 829.

Stuiver, C. E. E., L. J. de Kok, and S. Westerman. 1997. Sulfur deficiency in *Brassica oleracea* L.: development, biochemical characterization, and sulfur/nitrogen interactions. Russian Journal of Plant Physiology 44(4): 505-513. c. a. Hort. Abstr. 68(1): 373; 1998.

Subbarao, K. V. and J. C. Hubbard. 1996. Interactive effects of broccoli residue and temperature on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and on wilt of cauliflower. Phytopathology 86(12): 1303-1310.

Subbarao, K. V., J. C. Hubbard, and S. T. Koike. 1999. Evaluation of broccoli residue incorporation into field soil for verticillium wilt control in cauliflower. Plant Dis. 83: 124-129.

Subbarao, G. V., R. M. Wheeler, G. W. Stutte, and L. H. Levine. 1999. How far can sodium substitute for potassium in red beet? J. Plant Nutr. 22(11): 1745-1761.

Subbarao, G. V., R. M. Wheeler, G. W. Stutte, and L. H. Levine. 2000. Low potassium enhances sodium uptake in red-beet under modrate saline conditions. J. Plant Nutr. 23(10): 1449-1470.

Sugiyama, N., M. Hayashi, and M. Uehara. 1999. Effect of water stress on oxalic acid concentrations in spinach leaves. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68(6): 1155-1157. c. a. Hort. Abstr. 70(4): 3199; 2000.

Sun, H. and L. Z. Wang. 1998. Study on the physiology of hollowness in radish. (In Chinese with English summary). Acta Horticulturae Sinica 25(2): 170-174. c. a. Hort. Abstr. 68(12): 10510; 1998.

Tákacs-Hájos, M. 1999. Colour components of different table beet varieties. International Journal of Horticultural Science 5(3/4): 36-38.

Takahashi, H., M. Kimur, H. Suge, and T. Saito. 1994. Interactions between vernalization and photoperiod on the flowering and bolting of different turnip varieties. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 63(1): 99-108.

Takahashi, E., K. Maejima, and M. Okazaki. 1997. Beneficial effects of sodium on the growth of soil-cultured leafy vegetables under different supply levels of potassium. (In Japanese with English summary). Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr. 68(4): 363-368. c. a. Hort. Abstr. 68(5): 4043; 1998.

Takebe, M., N. Sato, K. Ishi, and T. Yoneyama. 1996. Effect of slow-releasing nitrogen fertilizers on the contents of oxalic acid, ascorbic acid, sugars and nitrate in spinach (*Spinacia oleracea* L.). (In Japanese with English summary). Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr. 67(2): 147-154. c. a. Hort. Abstr. 66(10): 8518; 1996.

Takeda et al. 1999. Studies in heat tolerance of *Brassica* vegetables and legumes at the International Collaboration Research Section from 1992to 1996. JIRCAS Working Report No. 14: 17-29. c. a. Hort. Abstr. 70(3): 2221; 2000.

Takigawa, S. and G. Ishii. 2000. Accumulation and decomposition of S-methylmethionine in cabbage. Acta Horticulturae No. 517: 457-462.

Talekar, N. S. 1996. Biological control of diamondback moth in Taiwan – a review. Plant Protection Bulletin (Taipei) 38(3): 167-189.

Tessarioli Neto, J., R. A. Kluge, A. P. Jacomino, J. A. Scarpare Filho, and A. Y. Iwata. 1998. Storage of beetroots 'Early Wonder' in different

kinds of package. (In Portuguese with English summary). Horticultura Brasileira 16(1): 7-10. c. a. Hort. Abstr. 69(3): 2086; 1999.

Thakur, O. P., P. P. Sharma, and K. K. Singh. 1991. Effect of nitrogen and phosphorus with and without boron on curd yield and stalk rot incidence in cauliflower. Vegetable Science 18(2): 115-121. c. a. Hort. Abstr. 64(3): 1864; 1994.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611p.

Thompson, T. L., T. A. Doerge, and R. L. Godin. 2000a. Nitrogen and water interactions in subsurface drip-irrigated cauliflower: I. Plant response. Soil Sci. Soc. Amer. J. 64(1): 406-411.

Thompson, T. L., T. A. Doerge, and R. E. Godin. 2000b. Nitrogen and water interaction in subsurface drip-irrigated cauliflower: II Agronomic, economic, and environmental outcomes. Soil Sci. Soc. Amer. J. 64(1): 412-418.

Thorup-Kristensen, K. and R van den Boogaard. 1998. Temporal and spatial root development of cauliflower (*Brasica oleracea* L. var. *botrytis* L.). Plant and Soil 201(1): 37-47.

Thomas, D. S., D. W. Turner, and S. C. Tan. 1992. Covering cauliflower curds during growth reduces floret flavonoids and improves quality. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Sciene 20(2): 147-151.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1980. New vegetable varieties list XXI. HortScience 15: 565-578.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1986. New vegetable varieties list 22. HortScience 21: 195-212.

Toscano, N. C. (comp.). 1979. Insect and nematode control recommendations for celery, cole crops, head lettuce, and spinach. Div. Agr. Sci., Univ. Calif. Leaflet 21141. 16 p.

University of California. 1984. Insect identification handbook. Univ. Calif., Div. Agric. Nat. Res. Leaflet No. 4099.

University of California. 1987. Integrated pest management of cole crops and lettuce. Div. Agric. Natural Resources. Pub. No. 3307. 112 p.

Uno, Y., M. Kanechi, N. Inagaki, M. Sugimoto, and S. Maekawa. 1996. The

The evaluation of salt tolerance during germination and vegetative growth of asparagus, table beet and sea aster, J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(3): 579-585. c. a. Hort. Abst. 67(4): 2979.

USDA, United States Department of Agriculture. 1953. Plant Diseases: USDA Yearbook of Agriculture. USDA, Washington, D. C. 940 p.

Vandenberg, J. D., A. M. Shelton, W. T. Wilsey, and M. Ramos. 1998. Assessment of *Beauveria bassiana* sprays for control of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) on crucifers. Journal of Economic Entomology 91(3): 624-630.

Van Doorn, J. E., G. C. van der Kruk, G. J. van Holst, M. Schoofs, J. B. Broer, and J. J. M. de Nijs. 1999. Quantitative inheritance of the progoitrin and sinigrin content in Brussels sprouts. Euphytica 108: 41-52.

Velandia, J., R. P. Golindo, and C. A. de Moreno. 1998. Poultry manure evaluation in the control of *Plasmodiophora brassicae* in cabbage. Agronomia Colombiana 15(1): 1-6.

Voorrips, R. E. 1995. *Plasmodiophara brassicae*: aspects of pathogenesis and resistance in *Brassica oleracea*. Euphytica 83: 139-146.

Walker, J. C. 1969. Plant pathology. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 819 p.

Wang, M. and I. L. Goldman. 1996. Phenotypic variation in free folic acid content among F_1 hybrids and open-pollinated cultivars of red beet. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(6): 1040-1042.

Wang, M. and I. L. Goldman. 1997. Accumulation and distribution of free folic acid content in red beet (*Beta vulgaris* L.). Plant Foods for Human Nutrition 50(1): 1-8.

Wang, M. and I. L. Goldman. 1997a. Transgressive segregation and reciprocal effect for free folic acid content in a red beet (*Beta vulgaris* L.) population. Euphytica 96: 317-321.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. Producing vegetable crops. (3rd. ed.). The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607 p.

Watanabe, Y., F. Uchiyama, and K. Yoshida. 1994. compositional changes in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in the summer and in the fall.

(In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62(4): 889-895.

Watt, B. K. and A. L. Merrill et al. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agric, Agric. Handbook No. 8. 190 p.

Watts, L. 1980. Flower and vegetable plant breeding. Grower Books, London. 182 p.

Weaver, J. E. and W. E. Brumer. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 351 p.

Wehner, T. C. (ed.). 1990. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 24. HortScience 34(5): 763-806.

Wehner, T. C. 1999. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 25. HortScience 34(6): 957-1012.

Welker, O. A. and S. Furuya. 1995. Inffuence of heat stress on growth and leaf epicuticular structure of cabbage. J. Agron. Crop Sci. 174(1): 53-62.

Wheeler, T. R., R. H. Ellis. P. Hadley, and J. I. L. Morison 1995. Effect of CO_2, temperature and their interaction on the growtb, development and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis*). Scientia Horticulturae 60(3-4): 181-197.

Winter, E. J. 1974. Water, soil and the plant. The English Language Book Soc., London. 141 p.

Wojciechowska, R., M. Leja, A. Mareczek, and S. Rozek. 1999. The effect of mechnical damage on some nutritional constituents in cabbage as related to applied nitrogen fertilizers and short-term storage. Folia Horticulturae 11(2): 43-55.

Wolfe, D. W., D. T. Topoleski, N. A. Gundersheim, and B. A. Ingall. 1995. Growth and yield sensitivity of four vegetable crops to soil compaction. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6): 956-963.

Wurr, D. C. E. and J. R. Fellows. 1984. Cauliflower buttoning – the role of transplant size. J. Hort. Sci. 59: 419-429.

Wurr, D. C. E. and J. R. Fellows. 1998. Leaf production and curd initiation of winter cauliflower in response to temperature. J. Hort. Sci. Biotech. 73(5): 691-697.

Wurr, D. C. E. and J. R. Fellows. 2000. Temperature influences on the plant development of different maturity types of cauliflower. Acta Horticulturae No. 539: 69-74.

Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, and R. W. P. Hiron. 1990a. The influence of field environmental conditions on the growth and development of four cauliflower cultivars. J. Hort. Sci. 65(5): 565-572.

Wurr, D. C. E., J. R. Fellows, R. A. Sutherland, and E. D. Elphinstone. 1990b. A modle of cauliflower curd growth to predict when curds reach a specified size. J. Hort. Sci. 65(5): 555-564.

Wurr, D. C. E., A. J. Hambidge, and G. P. Smith. 1996. Studies of the cause of blindness in brassicas. J. Hort. Sci. 71(3): 415-426.

Xiao, C. L. and K. V. Subbarao. 1998. Relationship between *Verticillium dahliae* inoculum density and wilt incidence, severity, and growth of cauliflower. Phytopathology 88: 1108-1115.

Xiao, C. L., K. V. Subbarao, K. F. Schulbach, and S. T. Koike. 1998. Effects of crop rotation and irrigation on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and wilt in cauliflower. Phytopatbology 88: 1046-1055.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

Yang, Y., K. S. Kim, and E. J. Anderson. 1997. Seed transmission of cucumber mosaic virus in spinach. Phytopathology 87: 924-931.

Ziedan, M. I. (ed.). 1980. Index of plant diseases in Egypt. Institute of Plant Pathology, Agricultural Research Center, Cairo, Egypt. 95 p.



شكل (١-٢): صنف الكرنـــــب دوشي Duchy.

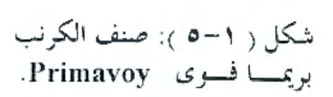


شكل (١-٣): صنف الكرنب جرادو Grado.

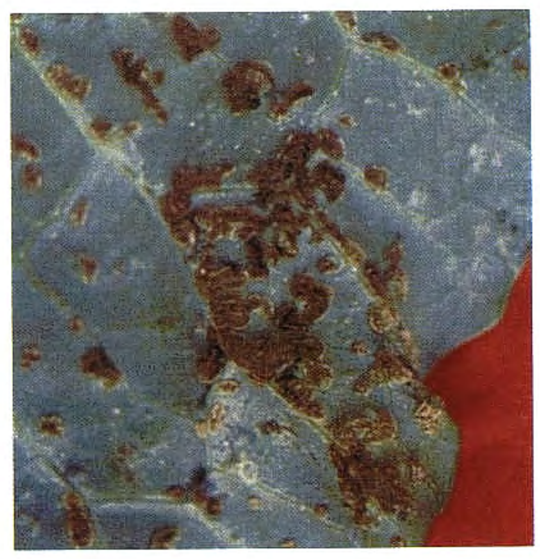


شكل (١-٤): صنف الكرنب بريكو Preko.





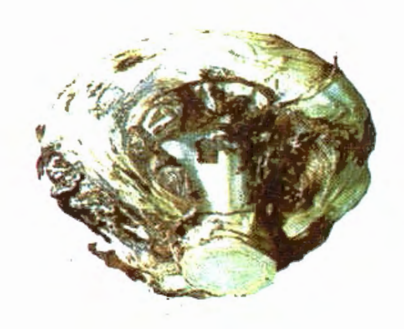
شكل (١-٥): صنف الكرنب بريمـــا فـــوى Primavoy.



شكل (٣-١): أعراض الأوديما oedema على ورقة الكرنب.



شكل (٤-١): أعراض إصابة الكرنب بمرض الساق السلكية wirestem، الذى يسببه الفطر *Rhizoctonia solani*.



شكل (٤-٢): أعراض إصابة الكرنب بمرض عفن القاعدة bottom rot، الذى يسببه الفطر *R. solani*.



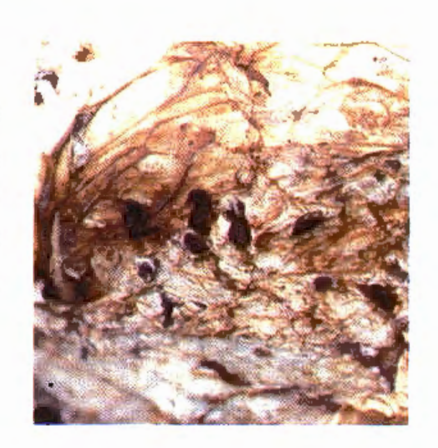
شكل (٤-٣): أعراض إصابة الكرنب بمرض عفن الرأس head rot، الذى يسببه الفطر *R. solani* (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شكل (٤-٤): أعراض الإصابة بمرض الجذر الصولجانى (الذى يسببه الفطر *Plasmodiophora brassicae*) فى الصليبيات.



شكل (٤-٥): أعراض الإصابة بمرض الجذع الأسود فى الكرنب.



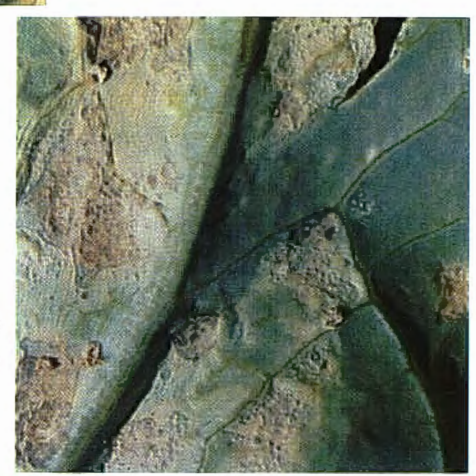
شكل (٤-٦): الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مسبب مرض العفن الأبيض أو عفن أسكليروتينيا فى الصليبيات. تُرى الأجسام الحجرية وهى مطمورة فى غزل الفطر على ورقة كرنب مصابة.



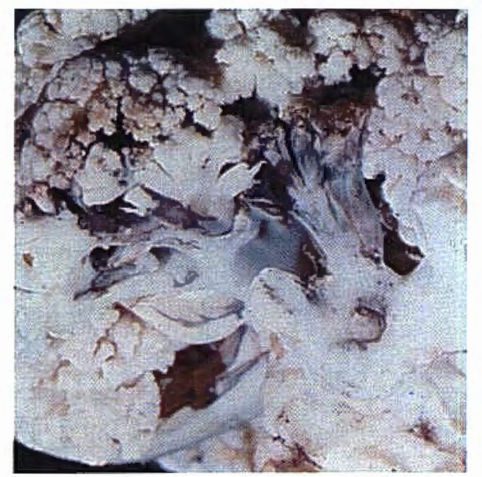
شكل (٤-٧): أعراض الإصابة بمرض الذبول الفيوزارى (الاصفرار yellows) فى الكرنب.



شكل (٤-٨): أعراض الإصابة بمرض البياض الزغبي الذى يسببه الفطر *Peronospora parasirica* على السطح العلوى لورقة الكرنب.



شكل (٤-٩): أعراض الإصابة بالبياض الزغبي على السطح السفلى لورقة الكرنب.



شكل (٤-١٠): أعراض الإصابة بالبياض الزغبي على قرص القنبيط (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شكل (٤-١١): أعراض الإصابة بمرض بقع ألترناريا الورقية الذى يسببه الفطر *Alternaria brassicae* فى الكرنب.



شكل (٤-١٢): أعراض الإصابة بالعفن الأسود البكتيرى (الذى يسببه البكتيريا *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*) على شكل حرف V بحافة الورقة بالكرنب.



شكل (٤-١٣): أعراض متقدمة للإصابة بالعفن الأسود البكتيرى فى الكرنب (Putnam وآخرون ١٩٩١).



شكل (٤-١٤): تلون النسيج الوعائى لساق كرنب مصابة بالعفن الأسود البكتيرى.

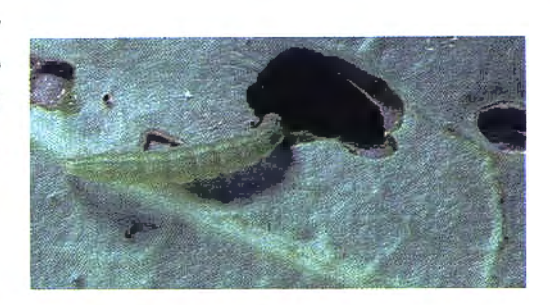


شكل (٤-١٥): تجمعات كثيفة من أفراد منّ الكرنب.



شكل (٤-١٦): الفراشة ذات الظهر الماسى (المركز الآسيوى لبحوث وتنمية الخضر AVRDC - نشرة Centerpoint - المجلد الحادى عشر لسنة ١٩٩٣ - العدد الأول - صفحة ٧).

شكل (٤-١٧): تغذية يرقة الفراشة ذات الظهر الماسى على السطح السفلى لورقة كرنب (Putnan وآخرون ١٩٩١).

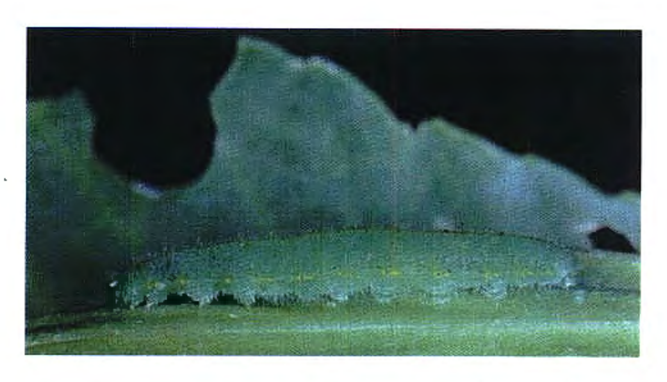




شكل (٤-١٨): مظهر الإصابة الشديدة بالفراشة ذات الظهر الماسى فى أحد حقول الكرنب.



شكل (٤-١٩): حشرة أبو دقيق الكرنب الصغير *Pieris rapae*.



شكل (٤-٢٠): يرقة أبو دقيق الكرنب الصغير.

شكل (٤-٢١): نبات كرنب أكلت فيه يرقات أبو دقيق الكرنب الصغير أنصال جميع الأوراق التي لم يتبق منها سوى العرق الوسطى.



شكل (٤-٢٢): بيضة حشرة أبو دقيق الكرنب الصغير (Univ. Calif. ١٩٨٤).



شكل (٤-٢٣): الدودة النصف قياسة.



شكل (٤-٢٤): مظهر أضرار تغذية الخنفساء البرغوثية على أوراق الفجل.



شكل (٥-١): صنف القنبيط دوك الجون.



شكل (٥-٢): صنف القنبيط **Minaret**.



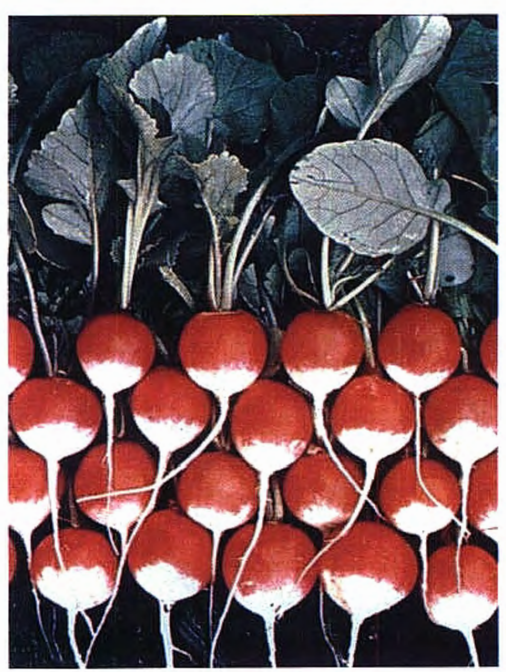
شـــكل (٨-١): صنف اللفت بـــيربل توب هوايت جلـــوب Purple Top White .Globe



شـــكل (٩-١): صنـــف الفجل شرى بلـــى Chery .Belle



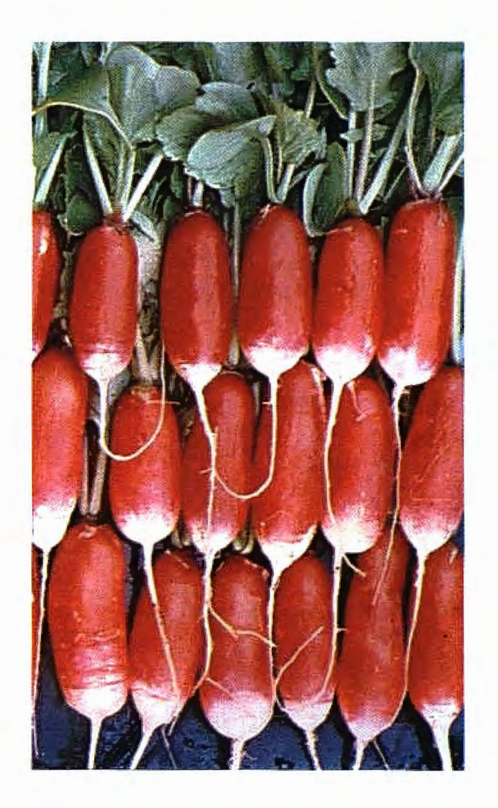
شكل (٩-٢): صنف الفجل نوفيرد.



شكل (٩-٣): صنف الفجل سباركلر Sparkler.



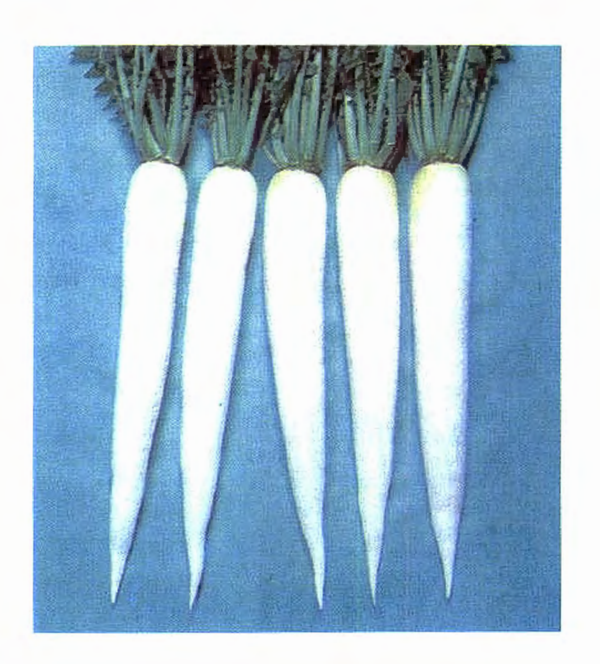
شكل (٩-٤): صنف الفجل بيتي هوايت Petit white.



شكل (٩-٥): صنف الفجل فرنش بريكفست French Breakfast.



شكل (٩-٦): صنف الفجل بولكا Polka.



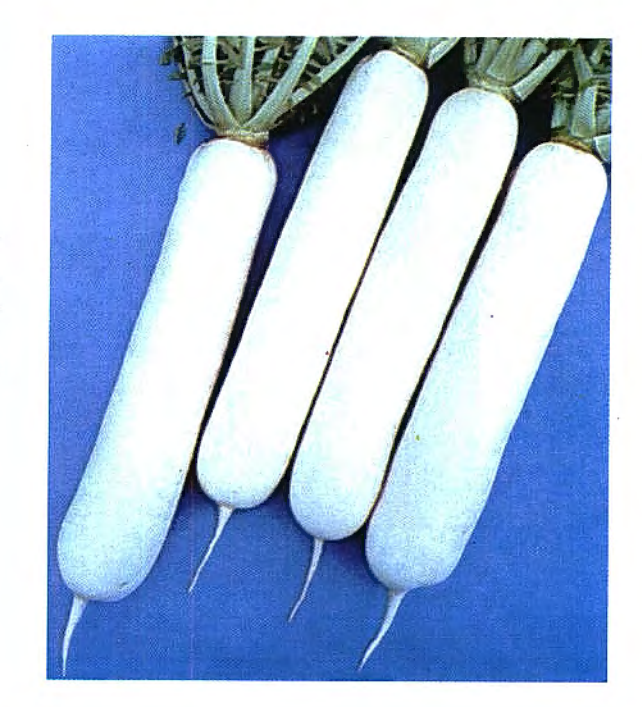
شكل (٩-٧): صنف الفجل سلفرستار Silverstar.



شكل (٩-٨):
صنف الفجل
شوجوين روند
.Shogoin Round



شكل (٩-٩):
. صنف الفجل
.Just Wright



شكل (٩-١٠): صنف الفجل تاما كروس Tama Cross.



شكل (١٠-٤): صنف البنجر فورونو Forono.



شكل (١٠-٥): صنف البنجر رويدوس.



شكل (١٠-٦): أعراض الإصابة بالتبقع الأسود الداخلى internal black spot (نقص البورون) فى جذور البنجر.

شكل (١٠-٧): أعراض الإصابة بمرض تبقع الأوراق السركسبورى فى البنجر (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شكل (١١-٢): صنف السبانخ اسبينوزا Spinoza.



شكل (١١-٣): صنف السبانخ هستار **Hestar**.



شكل (١١-٤): أعراض الإصابة بالبياض الزغبى على السطح العلوى لورقة السبانخ (Correll وآخرون ١٩٩٠).



ل (١١-٥): جراثيم الفطر
Perenospora effu -
بب لمرض البياض الزغبي -
، السطح السفلي لورقة
بانخ (Putnam وآخرون
.(١٩٩



شكل (١١-٦): أعراض الإصابة بالصدأ الأبيض على السبانخ (USDA ١٩٥٣).



شكل (١١-٧): أعراض الإصابة بفيرس موزايك الخيار – مسبب مـــرض اللفحـــة – فى السبانخ (MacNab وآخرون ١٩٨٣).



شكل (١١-٨): أفراد منّ الخوخ الأخضر على ورقة السبانخ

